ब्रह्माण्ड का रहस्य

ब्रह्माण्ड का रहस्य

डॉ० धनराज चौधरी

पचशील प्रकाशन, जयपुर

ISBN 81-81-7056-058-6

प्रकाशक पंचशील प्रकाशन
फिल्म कॉलोनी जयपुर-302003

संस्करण प्रथम, 1992

मूल्य - पचास रुपये मात्र

मुद्रक ग्राफिक ऑफसैट प्रिन्टर्स
जयपुर।

BRAHMAND KA RAHASY
By Dr Dhan Raj Chaudhry

Price
Rs 50

लेखकीय

लगभग चार सौ वर्षों पहले गैलिलियो ने अपने दूरदर्शी को आकाश की ओर किया तो उन्होंने पाया कि ग्रह कवियों, दार्शनिकों द्वारा गाये बताये जैसे नहीं हैं। ग्रह देवताओं का व्यक्ति पर होने वाला प्रभाव अधिक शुद्धता से ज्ञात किया जा सके इसी उद्देश्य से ही आकाशीय ग्रहों की गतियों और स्थितियों का विस्तृत अध्ययन आरम्भ हुआ था। वस्तुतः विश्व के चिंतन में वैज्ञानिक दृष्टिकोण का पदार्पण भी यहीं से हुआ। क्योंकि विज्ञान तो निरंतर विकास करता है इसलिए यही कहना उचित जान पड़ता है कि अभी हमारे पास जो जानकारियां हैं वे सत्य के प्रति सबसे अच्छे अनुमान हैं। ब्रह्माण्ड प्रकृति की वृहदतम प्रयोगशाला है। ग्रहों और स्वयं अपने बारे में हम अनभिज्ञ नहीं हैं। हां इस विषय में प्रश्नों की तुलना में उत्तरों की संख्या कम है।

मैं भौतिकी का विद्यार्थी हूँ। ब्रह्माण्ड विज्ञान का विधिवत् अध्ययन मैंने नहीं किया है। विज्ञान की यह शाखा मुझे प्रिय है अतएव इस विषय से सम्बन्धित पुस्तकों और लेखों से निजी अध्ययन के दौरान नोटस लेता रहा हूँ। इस पुस्तक में मेरा अपना तो संपादन कार्य है मौलिक कार्य तो बहुत से विद्वान परिश्रमी वैज्ञानिकों का है। यह पुस्तक जनरुचि की हो अतएव यथा तथ्यात्मकता के साथ-साथ भाषाई लोच भी है। इस विषय की पुस्तकों में क्रम प्रायः सौरमण्डल से वृहद्‌विस्फोट होता है मगर यहाँ यह उलटा है। मुझे यह क्रम उचित लगता है क्योंकि हम जानते हैं हुआ हो तो ऐसे ही था तो क्यों न समग्र से व्यष्टि का क्रम ही रखा जाय। आवश्यक रूप से पाठक का यहाँ आरम्भ में ही जटिलता से साक्षात्कार होगा। मगर इस आरम्भिक तकलीफ से होने जा रहे लाभ को गंभीर पाठक बहुत जल्दी महसूस करेंगे।

मुझ में बैठे तार्किक को याद पड़ता है। 'ब्रह्माण्ड की रचना का कोई विशेष स्थान नहीं रहा है वह तो सर्वत्र था' जबकि मुझी में ठहरा कवि गुनगुनाता है ' अद्‌भुत माया पार न पाया/मानव चोला अजब बनाया सूई न धागा हाथ लगाया ' अन्त में श्री मूलचन्दजी गुप्ता का आभारी हूँ कि जिन्होंने विशेष रुचि दिखाई कि इस तरह की पुस्तकें लिखी जानी चाहिए। दरअसल यह पुस्तक उनके प्रयास से ही है।

धनराज चौधरी—

अनुक्रम

हम ही हम या और भी कोई/ 9
बृहद् विस्फोट/ 13
मंदाकिनियां/ 19
तारे/ 25
सूर्य/ 39
सौरमण्डल के अन्य घटक/ 44
सौर परिवार/ 52
चन्द्रमा/ 60
बुध/ 63
मंगल-शुक्र पृथ्वी जैसे हैं/ 65
भीमकाय ग्रह/ 70
वलय, उपग्रह और प्लूटो/ 74
सन्दर्भ सूची/ 78
परिभाषाएं/ 79

हम ही हम या और भी कोई

स्वाभाविक प्रश्न है कि ब्रह्माण्ड मे और भी कोई पृथ्वी है ? है कोई ग्रह जहाँ जीवन हो ? मनुष्य या उससे भी उन्नत बुद्धि के जीव का सौरमण्डल के एक ग्रह पृथ्वी के अतिरिक्त भी कही अस्तित्व है ? इस प्रश्न का समाधान एक अन्य प्रश्न से जुड़ा हुआ है कि हम यह पता लगायें कि पृथ्वी सी ही परिस्थितियाँ और कहाँ विद्यमान हैं। वस्तुस्थिति यह है कि हमारे सौरमण्डल का गठन एक बेजोड़ प्रक्रिया है। हमारे सौरमण्डल के अतिरिक्त ग्रहो का एक भी ऐसा मण्डल हमारी जानकारी मे नही जिसमे किसी तारे के अपने पिण्ड हो। यह तो केवल हमारा सूय है एक तारा जो है केंद्र मे और उसकी परिक्रमा करते दस पिण्ड (planet)। फिर भी यह स्मरण रखना होगा कि हमारे वैज्ञानिक विकास का इतिहास अधिक पुराना नही है। पूरी सम्भावना है कि वे उपकरण अभी हमने आविष्कृत ही नही किये हैं जिनके द्वारा कही दूर के तारों के ग्रहों का पता लगा सकें। तो हम उन कारणों पर विचार करें जिन द्वारा अन्य पिण्ड (जहाँ जीव हो) की उपस्थिति का पता लगाया जा सकता हो। एक तो प्रत्यक्ष जानकारी होगी कि उस ग्रह से प्रकाश विकिरण हमे प्राप्त हो। प्रत्यक्ष विधि के लिए अति सवेदनशील उपकरण चाहिए क्योकि पिण्ड से उत्सर्जित विकिरण की चौंध और मात्रा तारे की अपनी चौंध की तुलना मे बहुत क्षीण होगी। इस विधि द्वारा पता लगाना हमारी क्षमता की बात नही है कोई अप्रत्यक्ष विधि ही कारगर हो सकती है।

भूरे बौने

एक अप्रत्यक्ष विधि यह है कि चू कि प्रत्येक ग्रह अपनी उपस्थिति के कारण तारे को प्रभावित करता है अतएव इस प्रभाव की सूक्ष्मता से जाच पडताल की जाय। जसे कोई ग्रह अपने तारे की परिक्रमा कर रहा है। परिक्रमा के कारण एक स्थिति म वह तारे को एक ओर और दूसरी स्थिति मे दूसरी ओर खीचता है। इन खिचावो से उत्पन्न क्षोभ का प्रेक्षण लेना हमारे यन्त्रो की परिशुद्धता की सीमा मे है। यह विधि अनेका तारो पर अरसे से आजमाई जा रही है। कभी कोई प्रेक्षण एक आशा की किरण लाता है तो कुछ ही समय मे अन्य प्रेक्षण पूर्व परिणाम को गलत

भूरे बौने (brown dwarf) की तलाश।

ठहराते हैं। एक और अप्रत्यक्ष विधि है भूरे बौने (brown dwarf) की तलाश। अंतराकाश मे उपस्थित द्रव्यमान से बनी वह अदृश्य वस्तु जिसका द्रव्यमान सूर्य के द्रव्यमान का 0 1 से कुछ कम और 001 के मध्य है को भूरा बौना कहा जाता है। इस द्रव्यमान मात्रा से कुछ कम (यदि वस्तु) का मान हो तो वह मात्रा पिण्ड (ग्रह) के द्रव्यमान सी होगी। अगर कही, आकाश मे भूरे बौनो की अधिकायत हो तो वही कही पिण्ड की उपस्थिति की सम्भावना अधिक बनती है। ये भूरे बौने कोई वास्तविक तारे नही हैं। इनके गर्भ मे ऊर्जा का कोई नाभिकीय स्रोत तो है नही अत यह कई अर्थों मे हमारे बृहस्पति और शनि ग्रहो से मिलते जुलते हैं। जसी कि सिद्धान्तो से आशा की जाती है ऐसे भूरे बौनो की ब्रह्माण्ड मे पर्याप्त सख्या होनी चाहिए। मगर हमारे परीक्षणो मे वे कही नजर नहीं आते हैं। ब्रह्माण्ड मे अधिकाश तारे द्वितारे हैं जोडे के रूप मे। और किसी द्वितारा समूह के पिण्ड नहीं हो सकते हैं। इस भाति अन्यत्र कही भी पिण्ड (ग्रह) के होने का प्रश्न और भी जटिल हो जाता है।

सौरमण्डल मे जीवन

सवप्रथम हम अपने घर मे ही अर्थात् पृथ्वी पर जीवन की प्रकृति से सम्बंधित जानकारी का अध्ययन करते हैं। जीव का उद्‌भव आरम्भिक वायुमण्डल की स्थितिया जबकि हाइड्रोजन की मात्रा आॉक्सीजन से अधिक थी मे ही हुआ होगा। तब के समुद्र और वातावरण का तापमान प्राय अब जसा ही होगा। निश्चय ही कई तरह की कार्बनिक रसायन अभिक्रियाए हुई होगी। जबकि यौगिक की उत्पत्ति से बहुत पहले शक्कर प्रोटीन एमिनो एसिड आदि बन चुके होंगे। तब कही वह अणु बना होगा जो विद्यमान रसायनों का उपयोग कर अपनी नकल आप ही बना सके। यह जीव का उद्‌भव था। अन्यत्र जीव को उत्पन्न होना है तो कुछ कुछ ऐसी ही परिस्थितिया चाहिए। हमारी जानकारी से स्पष्ट है कि बृहस्पति शनि टाइटन मे कुछ-कुछ तो ऐसा ही हैं। परन्तु कोई साक्ष्य नही मिलता कि कहा जा सके कि वहां जीवन रहा हो। मगल सदव से ही आशाजनक रहा है। मगर 1976 मे वाइकिंग अन्तरिक्षयान द्वारा प्राप्त प्रेक्षणो ने तो आशा पर पानी ही फेर दिया। हमारे सौर मण्डल के पिण्डों मे टिकने को ठोस सतह नही द्रव पानी नहीं अवरक्त प्राणघातक विकिरणों की मार है और अन्य बहुत से कारण हैं जो अन्यत्र जीव के विकास की सारी सम्भावनाए समाप्त करते हैं। मात्र पृथ्वी पर ही वे वाछित परिस्थितिया हैं जो जीव के उद्‌भव से विकास के लिए सहायक हैं।

ब्रह्माण्ड म कहा नजर डालें जीव रचना क लिए आवश्यक रसायन—हाइड्रोजन कार्बन आक्सीजन नाइट्रोजन आदि कम अधिक मात्रा म हर कहा विद्यमान है। कार्बनिक रसायनों की उपस्थिति भी जान पडता है निहारिका के घटक

मे। सद्धांतिक रूप से बात केवल इतनी है कि किसी पल वहां अपनी नकल आप ही उत्पन्न कर सके ऐसा अणु बन जाय तो वांछित परिणाम होगे। उसका पालन-पोषण-वृद्धि उसी वातावरण से होती रहेगी और फिर पीढी दर पीढी विकास। यदि ऐसा ही सरल मामला होता तो कहने ही क्या! एक आवश्यक बात और भी है वह यह कि हम केवल एक ही प्रकार की जविकी से परिचित हैं। वह जो कि पृथ्वी पर है उसी से ही। पृथ्वी पर जितनी विविधताए हैं वे मूलत एक ही जीवन के विभिन्न प्रतिबिम्ब हैं प्रकार हैं। वैज्ञानिक तौर पर तो हम कल्पना भी नही कर पा रहे हैं कि हमारे अतिरिक्त भी अपनी नकल आप ही पैदा करने वाले और भाति के अणु कैसे हो सकते हैं। यह तो निश्चय है कि आदिमकाल मे डी एन ए के आधार पर रचना के अतिरिक्त यदि और कोई जव सृष्टि पृथ्वी पर हुई होगी तो डी एन ए ने उसे सदैव के लिए नष्ट कर दिया है।

कहीं अन्यत्र सभ्यता की सम्भावना

अन्य स्थानो पर यदि कही सभ्यता विकसित हो चुकी है तो यह माना जा सकता है कि वे भी हमारी तरह की जिज्ञासा लिये होंगे। यदि कही भी अन्य ग्रह मे बुद्धि सम्पन्न जीव हैं तो हमारा खोज का काम आसान ही हो गया। वे अवश्य ही हमें निरन्तर रेडियो सन्देश प्रसारित कर रहे होगे और हमे वह प्रसारण ग्रहण करना है। तो अब, हम यह अनुमान लें कि ब्रह्माण्ड में एक बुद्धि सम्पन्न सभ्यता की कहीं और भी होने की सम्भावना (सद्धान्तिक तौर पर ही सही) कितनी है! इस हेतु अमेरिकी वैज्ञानिक फ्रेंक ड्रेक का अनुमान पर्याप्त मात्रा मे रोचक और सरल है। ड्रेक के अनुमान मे सात बातो का आकलन किया जाता है। ये ड्रेक समीकरण के सात घटक कहलाते हैं। हमसे सम्पर्क स्थापित करने को आतुर अन्य सभ्यताओं की संख्या N कितनी होगी का मान इन सात घटको के गुणनफल से प्राप्त होता है—(i) R_* मंदाकिनियो मे तारो के नवगठन की दर (ii) f_p इन तारों का वह अंश जो कि ग्रहमण्डल की रचना कर सके, (iii) n_p प्रति ग्रहमंडल मे ग्रहो की वह संख्या जो कि जीवन की सम्भावना व्यक्त करता है, (iv) f_b जीवन की सम्भावना वाले ग्रहो का वह अंश जिस पर जीवन वस्तुत: हो ही (v) f_i, पिण्डो का वह अंश जिस पर जीवद्रव्य वास्तव मे विकसित हुआ हो (vi) f_s यह वह घटक है जो उस अंश को व्यक्त करता हैं कि बुद्धिसम्पन्न सभ्यता जो कि हमे सन्देश प्रेषित कर रही है और (vii) L_s, उस सभ्यता की माध्य आयु। इन कारणो मे से पहले तीन तो नक्षत्र विज्ञान से सम्बन्धित है आगे के दो जीव विज्ञान की परिधि मे गिरते हैं और शेष अंतिम दोनो समाजशास्त्र के दायरे मे। स्पष्ट है कि इस अनुमान की विश्वसनीयता उच्चकोटि की नही होगी फिर भी कुछ रोचक सीमाएँ जानेंगे जो कि ज्ञान वर्द्धक हैं।

एक स्वस्थ आशावादी दृष्टिकोण" से हमें $N = 0 01 \times L_c$ प्राप्त होता है और एक 'समझ भरा तार्किक दृष्टिकोण" N का मान $10^{-6} \times L_c$ ठहराता है। अब सभ्यता की आयु का प्रश्न है। कुछ विचारधाराएं एक सम्पन्न तकनीकी समाज की आयु $L_c = 10^9$ वर्ष मानती हैं जबकि एक अल्पतम सीमा 10^2 (एक सौ)वर्ष ही है। अब निचली सीमा $L_c = 100$ प्रयोग में लें तो आशावादी दृष्टिकोण से किसी समय सन्देश प्रसारित करने वाली सभ्यता की संख्या एक हुई। तब तो सभ्यता लिए केवल हम पृथ्वीवासी ही हुए। यदि दृष्टिकोण 'तार्किक' ठीक मानें तो यह मान 10^{-4} ही रह गया। यह परिणाम हमें यह भी बताता है कि यह अन्तराल बहुत लम्बा होता है जबकि सन्देश भेजने वाली संस्कृति ब्रह्माण्ड में नहीं रहती। मगर L_c का मान एक अरब मान लिया जाय तो सन्देश प्रसारित करने वाली सभ्यता की संख्या उत्साहवर्द्धक आती है। क्या सभ्य समाज की इतनी माध्य आयु हो सकती है ?

इस सैद्धान्तिक विश्लेषण से हम एक निष्कर्ष पर पहुंचते हैं कि सन्देश भेजने वाली सभ्यता की उम्र यदि कम हो तो एकमात्र हमारी पृथ्वी की सभ्यता ब्रह्माण्ड में बची रहती है। अन्य शब्द प्रयोग में लें तो हम कह सकते हैं कि ब्रह्माण्ड में यदि कहीं सभ्यता होगी तो वह हम से बहुत-बहुत पहले विकसित हुई होगी। निश्चय ही वह सभ्यता तकनीकी अर्थों में अधिक समृद्ध होगी। इस भांति अन्य सभ्यता की खोज का प्रयास होगा कि हम उन द्वारा प्रसारित सन्देश को ग्रहण करें। सन्देश तो हम भी भेज रहे हैं परन्तु यह निश्चित है कि वार्तालाप स्थापित नहीं हो पायेगा। क्योंकि किसी क्षण हमें प्राप्त होने वाला सन्देश तो उस मूल स्थान से करोड़ों वर्ष पहले चला था। एक सभ्यता का ऐसा सन्देश दूसरी सभ्यता को ब्रह्माण्ड में अपनी उपस्थिति जताने का सन्देश होगा। किसी का वार्तालाप वह नहीं हो सकता है।



वृहद् विस्फोट

काल पर सीमा

आकाश मे सब ओर हमे मदाकिनियां (Galaxies) और मदाकिनियो के गुच्छ नजर आते हैं। दूर, बहुत दूरी पर वे हल्की हो जाती हैं एक दो अरब प्रकाश वर्ष से आगे की कुछ मदाकिनिया ही हमे मिलती हैं। क्वासार (Quasar) बारह से तेरह अरब प्रकाश वर्ष दूरी के हैं। इससे आगे पिण्ड सख्या मे कम होते जाते हैं। यह कम और कम होते जाना इसलिए नही है कि वे हमसे बहुत बहुत दूर हैं और टोहने वाले हमारे उपकरण सवेदनशील नही हैं। दर असल जब हम क्वासार का निरीक्षण कर रहे होते हैं तब उस काल के क्रियाकलापो का लेखा-जोखा लेते हैं जबकि ब्रह्माण्ड की उम्र आज की दस प्रतिशत ही थी। अधिक दूरी पर जाने का अर्थ है और आगे के काल मे प्रवेश करना क्वासार से आगे की दूरी म क्वासार थे ही नही। तब मदाकिनिया की रचना हुई ही नही थी अत अत्यधिक दूरियो पर टोहने पर दीप्त वस्तुओ का लोप हो जाना इस बात का द्योतक है कि सीमा काल पर है दिक् पर नहीं। वैसे तो यह वही स्थिति है जब ब्रह्माण्ड का आविर्भाव हुआ होगा। परन्तु यह ध्यान देने योग्य है कि ब्रह्माण्ड की रचना का कोई स्थान नही था। जो हम स्पष्टतया कह सकते हैं वह यह कि ब्रह्माण्ड सवत्र ही रहा है। वस्तुत आकाशीय विस्तार (इसके फलाव की दृष्टि से) अनत है परतु उम्र की दृष्टि से नही। अन्य शब्दो मे इस प्रकार कहा जा सकता है कि अनत ब्रह्माण्ड का सीमित भाग ही हम देख रहे हैं जिसके समय पर तो सीमा बन्धन है, पर तु स्थान पर नही। ब्रह्माण्ड का फलाव होता रहता है परतु जब किसी समय की हम बात करते हैं तब वह सभी दिशाओं में एकसार रहता है।

वृहद विस्फोट

ज्यों-ज्यो ब्रह्माण्ड का विस्तार होता है वस्तुए एक दूसरे के सापेक्ष दूर और अधिक दूर होती जाती है। आइये इस जानकारी का समय की उल्टी दिशा मे बहिर्वेशन करें ऐसी स्थिति मे हम यह पता चलता है कि वस्तुएँ एक दूसरे के नजदीक और नजदीक आती जा रही हैं। इस क्रम मे बहुत-बहुत पहले के भूतकाल मे एक वह

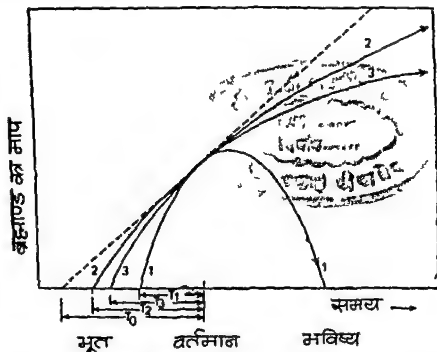
समय रहा होगा जबकि ये पदार्थ इतने पास-पास थे कि वहां घनत्व अधिकतम था। उसी स्थिति से ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति हुई होगी। हम उसे प्रारम्भिक क्षण कहते हैं जबकि वृहद् विस्फोट हुआ था और तब से पदार्थ का एक दूसरे से हटना प्रारम्भ हुआ।

दूरस्थ मंदाकिनियों के वेगो और उनकी दूरियों के मध्य समानुपातिक स्थिरांक हब्बल नियतांक (Hubble Constant) कहलाता है। सिद्धान्ततः इस नियतांक के मान पर ब्रह्माण्ड की आयु निर्भर करती है। अब भी, इस नियतांक के मान में आवश्यक परिशुद्धता नहीं है। मान की यह अनिश्चितता हमारे उपकरणों द्वारा पाई गई दूरियों के कारण है। हम 15 से 30 किमी/से प्रति दस लाख प्रकाश-वर्ष हब्बल नियतांक के मानों को विश्वस्त मानते हैं। इनका उपयोग करने पर ब्रह्माण्ड की उम्र 10 से 20 अरब वर्षों की प्राप्त होती है। एक और भी विधि है कि सबसे पुराने तारे के विकास काल का मान ज्ञात करें। इस प्रकार भी 40 से 20 अरब वर्षों के मध्य ही ब्रह्माण्ड की आयु का मान ठहरता है। यहां एक रोचक स्थिति है कि यदि हब्बल नियतांक का मान उपर्युक्त से अधिक मान लें तो पुरातन तारे की उम्र ब्रह्माण्ड की आयु से भी अधिक हो जायेगी जो कि असंभव है।

सर्वत्र से समरूप ब्रह्माण्ड

सिद्धांततः यह उचित ही पाया गया कि हम यह मान लें कि द्रव्यमान की दृष्टि से ब्रह्माण्ड समरूप है। अर्थात् सदैव विस्तारण की दर समान रहती है। ब्रह्माण्ड के माप को R तथा समय t को ग्राफीय तौर पर एक साथ दिखाने से कुछ रोचक परिणाम प्राप्त होते हैं। (क) यदि ब्रह्माण्ड स्थिर होता अर्थात् न फलाव न सिकुड़न तो t के प्रत्येक मान के लिए R का एक ही मान होता (ख) मगर विस्तरणशील ब्रह्माण्ड में R का मान लगातार बढ़ेगा। जब विस्तार समरूप होता है तो R समय के साथ रैखिक रूप में बढ़ता है। चित्र में ऊपर की ओर R में वृद्धि और दायीं ओर t में वृद्धि दिखाई गई है। वहां वर्तमान भूत और भविष्य की स्थितियाँ हम देखते हैं। (i) लगभग खाली ब्रह्माण्ड की कल्पना जहां कि वृहद् विस्फोट के बाद से R में एकसार वृद्धि हो रही है भग्न रेखा द्वारा दिखाई गई है। ब्रह्माण्ड का उद्भव समय इसमें T_0 से इंगित है। (ii) यदि ब्रह्माण्ड का माध्य घनत्व पर्याप्त अधिक हो और फलाने की गति धीमी होकर एक क्रांतिक मान पर पहुंच जाय तो वह स्थिति वक्र संख्या 1 से बताई गई है। यहाँ हम पाते हैं कि एक स्थिति आने पर ब्रह्माण्ड का विस्तार होना ठहर जाता है और संकुचन प्रारम्भ हो जाता है। अर्थात् दूरी का मान शून्य की ओर गिरता जाता है। इस तरह तो एक अवस्था वह पहुंच जायेगी कि शुरू की स्थिति में लौट आये। यह ब्रह्माण्ड का बंदरूप माडल हुआ।

क्योंकि विस्तार हुआ फिर लौट आया पूर्वावस्था मे। इस सिद्धान्त के अनुसार विस्तार और फिर सकुचन का काल आकर पुन वृहद् विस्फोट की स्थिति पैदा होती है। अन्य शब्दों मे वृहद् विस्फोटों की पुनरावृत्ति होती रहेगी अत इस सिद्धात को



ब्रह्माण्ड का आवर्ती मॉडल भी कहते हैं। यह सिद्धात अधिक स्वीकृति प्राप्त मॉडल नही है। क्यो ? इसके कई कारण हैं कोई ऐसा कारण हम प्रतीत नहीं होता जो यह बताता हो कि फिर से वृहद् विस्फोट होगा। सामान्य सापेक्षता सिद्धात तो विपरीतत बताता है कि सकुचन की स्थिति आने पर ब्रह्माण्ड एक वृहद् कृष्ण विविर हो जायेगा। वैकल्पिक तौर पर हम उस स्थिति को लें जबकि माध्य घनत्व का मान अल्प हो और गुरुत्वाकर्षण के कारण वस्तुओ मे आकर्षण खिचाव इतना अधिक नहीं हो कि वह विस्तार का रोके तो ब्रह्माण्ड फैलता रहेगा। इस तरह का ब्रह्माण्ड का मॉडल खुला ब्रह्माण्ड मॉडल कहलाता है।

ब्रह्माण्ड के तीन मॉडल

घनत्व का क्रातिकमान लेकर चित्र मे दिखाया गया वक्र 3 उस मध्य स्थिति के लिए है जबकि ब्रह्माण्ड सदा ठीक से बढता जाय। यह वस्तुत खुले ब्रह्माण्ड और बद ब्रह्माण्ड के बीच की सपाट स्थिति है। चित्र मे खाली ब्रह्माण्ड के लिए (जहाँ कि धीमा करने वाला बल नहीं है) प्रारम्भिक समय को T_0 कहा गया है और वक्र

खण्डित रेखा द्वारा दिखाया गया है। इस से तुलना करने पर खुला ब्रह्माण्ड माडल के अनुसार ब्रह्माण्ड की उम्र $2/3\ T_0$ से T_0 के मध्य आती है जबकि बद ब्रह्माण्ड मॉडल को प्रयुक्त करें तो ब्रह्माण्ड की उम्र $2/3$ To से कम होगी। तीनों माडल के लिए सबधित मान सारणी मे दिये गये हैं। परिकलन मे हब्बल स्थिराक 20 किमी/सेकण्ड प्रति दस लाख प्रकाशवष लिया गया है। गणना से प्राप्त माघ्य घनत्व के मान भी दिये गये हैं—

माडल के लिए वक्र की सख्या	ब्रह्माड का प्रकार	उम्र अरब वर्षों म	माध्य घनत्व (ग्राम/सेमी³)
3	सपाट	$T = 10$	$D = 10^{29}$
2	खुला	$10 < T < 15$	$D < 10^{-29}$
1	बद	$T < 10$	$D > 10^{-29}$

क्रातिक घनत्व ब्रह्माण्ड का नाम सपाट ब्रह्माण्ड रखने के पीछे इसकी विशिष्ट ज्यामिति है। इसका अ य नाम यूक्लिडियन आइंस्टाइन डिसिटर ब्रह्माण्ड भी है।

निरतर सृजन सिद्धान्त

सन् 1950 और तदनतर एक अन्य सिद्धात ब्रह्माण्ड के लिए प्रतिपादित हुआ जिसे **स्थिर अवस्था मॉडल** कहते हैं। इस माडल के आविष्कर्ता थे बोण्डी गोल्ड और हायल। इस सिद्धा त का विकास एक विशिष्ट अवधारणा से होता है। अवधारणा यह है कि चूंकि मान वृहद् हैं अत सब समय के मानो के लिए ब्रह्माण्ड का घनत्व एकसार ही है। अन्य शब्दा मे स्थिर-अवस्था मॉडल मे द्रव्यमान ऊर्जा सरक्षण नहीं होता है। स्मरण रहे द्रव्यमान ऊर्जा सरक्षण भौतिकी के मूल सव मान्य सिद्धातों मे से एक है। यों तो ज्यों ज्यों ब्रह्माण्ड का विस्तार होता जायेगा द्रव्यमान का घनत्व कम होगा ही। चूंकि माध्य घनत्व का मान एक ही रहे इसके लिए लगातार द्रव्यमान रचना की कल्पना करनी होगी। यही इस सिद्धान्त की मूल नई अवधारणा है। इसीलिए स्थिर अवस्था मॉडल को निरतर सृजन सिद्धात भी कहते हैं। यह सिद्धान्त यह भी अनुमान देता है कि इस निरतर पदाथ सृजन की दर कितनी है। निश्चय ही इस सिद्धात मे किसी समय पर पुराने तारे और मदाकिनियों की सख्या तो वही रहनी चाहिए। अत यह सृजन धीरे-धीरे और नियमित रूप से है। सृजन परमाणु हर परमाणु है। इस सिद्धा त मे यह कहा जाता है कि स्थिरावस्था ब्रह्माण्ड है वह अनत है और सदव से ही रहा है।

वृहद् विस्फोट

ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति के लिए वनानिक धारणा को अब हम लेते हैं। यह वृहद् विस्फोट (big bang) सिद्धात कहलाता है। वृहद् विस्फोट या स्टेण्डड मॉडल

1967 में आया। राबर्ट वागोनर, विलियम फाउलर और फ्रेड हॉयल ने तीन मूल-भूत और मरवाबयक प्रत्यय दिए जो कि उत्पत्ति के प्रारंभिक चन्द मिनटों में ब्रह्माण्ड में जो परिवर्तन आये वे बताते हैं। पहली महत्त्वपूर्ण जानकारी है कि विस्तार के साथ ब्रह्माण्ड ठण्डा होता जाता है। उत्पत्ति के पहले सेकण्ड के किसी छोटे भाग में यह कल्पनातीत रूप से गर्म था। 1/100वाँ सेकण्ड हो गया तापमान का मान एक खरब डिग्री केल्विन रह गया। तीन मिनटों के पश्चात् तापमान गिरकर एक अरब डिग्री केल्विन रह गया। फिर सात लाख वर्षों बाद तापमान केवल तीन हजार डिग्री केल्विन रह गया। स्पष्ट है कि इन तापमानों को मापने वाला कोई था नहीं और ये मान स्टेण्डर्ड सिद्धांत से प्राप्त होते हैं। फिर भी यह जानकारी महत्त्वपूर्ण है कि ब्रह्माण्ड रचना के सात लाख वर्षों बाद जिस भाँति का विकिरण उत्सर्जित हुआ था उसकी क्षीण चौंध को तो वस्तुतः प्रेक्षित किया गया है। निःसंदेह यह प्रेक्षण महत्त्व बृहद् विस्फोट सिद्धांत का महत्त्वपूर्ण तथ्य-साक्ष्य है। सिद्धांत का एक और महत्त्व-पूर्ण अभिगृहीत यह है कि आरंभ में काल में गर्मी इतनी अधिक थी कि फोटॉनों के संघट से पदार्थ उत्पन्न हो सकता था। आधुनिक भौतिकी के सिद्धान्त प्रयुक्त कर विस्तार से गणना करने पर हम पाते हैं कि उस आग के गोले में फोटॉन (प्रकाश का कण) और असंख्य मूलभूत कणों के बीच जटिल क्रियाएँ संभव थीं। इस सिद्धांत की तीसरी मूल अभिधारणा यह है कि फोटॉनों की ऊर्जा आग के गोले के तापमान से आती है। जितना अधिक तापमान उतनी अधिक ही ऊर्जा होगी किसी फोटॉन की। ऐसे दो फोटॉनों के संघट्ट से भारी कण उत्पन्न होंगे। इस भाँति जैसे-जैसे आग का गोला ठण्डा होता गया अनुमानित तौर पर पदार्थ के कण और प्रकाश के कण (फोटॉन) में परिवर्तन आते गये।

निर्माण के प्रारंभिक काल में

बृहद् विस्फोट के आरंभिक 0.01 सेकण्ड से पहले के समय में कौन से मूल कण होने चाहिएँ आदि कई जटिल समस्याएँ हैं जिनके बारे में अभी हम निरुत्तर हैं। अतः उस की बात हम नहीं करते। एक खरब डिग्री केल्विन तापमान से कम पर ही कुछ-कुछ निश्चिततापूर्वक गणनाएं की जा सकती हैं। हम समझते हैं कि 0.01 सेकण्ड बाद का ब्रह्माण्ड विकिरण और पदार्थ की घनी खिचड़ी रूप का था। एक दूसरे से कण अंधाधुंध टकरा रहे थे। पाजिट्रान इलेक्ट्रान प्रोटान, न्यूट्रॉन बहुत सारे कण थे। फोटान-फोटॉन को नष्ट कर इलेक्ट्रान पाजिट्रान बनाते, न्यूट्रॉन प्रोटॉन बन रहे हैं और प्रोट्रॉन न्यूटॉन में परिवर्तित हो रहे हैं। फिर भी उस तापमान पर यह संभव नहीं था कि प्रोटॉन न्यूट्रान से संयोजित होकर भारी परमाण्वीय नाभिक की रचना कर डालें।

जब एक सेकण्ड व्यतीत हो गया यानी तापमान 10 अरब डिग्री रह गया उस समय घनत्व का मान गिरकर यहाँ पहुँच गया कि न्यूट्रिनो मुक्त हो सकते थे

और वे दिक मे मुक्त रूप से विचरण कर सकते थे। निस्सदेह तब के ये न्यूट्रिनो अब भी आकाश मे विद्यमान होने चाहिएँ। अतीत का रहस्य पेट मे लिये इन कणों का ससूचन करने या पता लगाने का हमारे पास अभी कोई उपकरण नहीं है। भविष्य मे ऐसे उपकरण के विकसित होने पर सिद्धान्त द्वारा प्रदत्त ऊपर वर्णित ज्ञान की और पुष्टि सभव है। तो ब्रह्माण्ड फलता रहा और ठण्डा होता रहा। तीन मिनट और छयालीस सेकण्ड के बाद एक महत्त्वपूर्ण घटना आरम्भ होती है परमाण्विक नाभिक बनना। प्रोटॉन और न्यूटॉन सयोजित हो 9×10^8 K तापमान पर स्थाई परमाण्विक नाभिक बनाते हैं। सभवतया आरम्भिक परमाणु डयूटिरान (भारी हाइड्रोजन) ही होगा। कई सघट्टों के बाद ही ड्यूटिरान हीलियम नाभिक मे परिवर्तित हुए होंगे जिसमे दो प्रोटॉन और दो न्यूट्रॉन होते हैं। यह परमाणु भार चार का कण (तत्त्व का नाभिक) हुआ। इस आरम्भिक काल मे ही कुछ हल्के तत्त्वों की रचना हुई होगी। भारी तत्त्व तो बहुत बाद मे तारो के गर्भ में ही जन्मे। बृहद् विस्फोट का यह स्टेण्डड मॉडल गणना द्वारा बताता है कि शुरू मे 25 प्रतिशत पदार्थ हीलियम और पचहत्तर प्रतिशत हाइड्रोजन रहा। इस माडल के भविष्यकथन की यह क्षमता ही इस मॉडल की सबसे बडी सफलता है। यही अनुपात तो सूर्य बृहस्पति, तारे और अन्तराकाशीय वस्तुओं मे है। सात लाख वर्षों बाद मे जबकि तापमान मात्र तीन हजार डिग्री केल्विन रह गया और परमाण्विक नाभिको का घनत्व एक हजार प्रति वर्ग सेन्टीमीटर रह गया तब इलेक्ट्रॉन और नाभिक ने सयुक्त हो उदासीन परमाणु की रचना की होगी। इस भाँति उदासीन द्रव्यमान की रचना ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति के सात लाख वर्षों बाद की बात है।

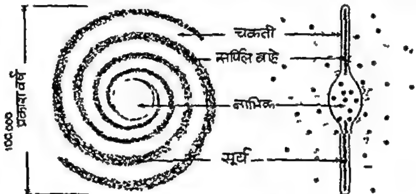
स्मरण रहे कि, बृहद् विस्फोट की तुलना किसी बृहद्तम तारे के बिखरने जसी नही मान लेना चाहिए। आग के गोले की न तो सीमाएं थी न ही कोई स्थान विशेष। यह तो सवत्र था। हम कह सकते हैं कि आग का गोला' अब भी विद्यमान है क्योंकि आरम्भिक विकिरण और पदार्थ तो अब भी हैं। दूसरे वह बस विस्तार पा चुका है वरना है तो वह ही। उस मूल चिनगारी से ही हमारे शरीर के विभिन्न घटक बने हुए हैं।



मदाकिनिया

श्राकाश गगा

सन् *1785 मे दूरबीन को काम मे लेकर हशल नामक वज्ञानिक ने आकाश* मे विभिन्न दिशाओ मे तारो की गिनती की थी। उन्होने पाया कि आकाश गगा (Mikyway) की किसी भी दिशा मे तारों की सख्या लगभग समान ही है। इसी आधार पर यह कहा गया कि सूय आकाश गगा के केन्द्र मे स्थित है। वस्तुत इस प्रेरणा पर गौर करें तो हम एक त्रुटि पाते हैं कि तारों की यह गिनती तो हम आकाश गगा के बहुत ही छोटे भाग मे कर रहे हैं। इस मदाकिनी (Galaxy) के अधिकाश तारो का प्रकाश तो हम तक इसलिए नहीं पहुँच पाता कि दिक् मे फैली *अतरतारकीय धूल (Interstellar dust) उसे रोक लेती है। लगभग 1920 मे* आकाश गगा का ठीक से आकार अनुमानित किया गया। तब यह पाया गया कि इष्ट चकती के केन्द्र मे सूर्य स्थित नही है वह तो केन्द्र से बडा दूर है। आकाश गगा एक पतली वृत्ताकार सी चक्ती है। इसमे चमक्दार पदाथ एक लाख प्रकाशवष व्यास मे फला है इस चक्ती की मोटाई करीब एक हजार प्रकाशवष है। यह चमकीला



आकाश गगा मदाकनी

पदाथ एक लाख पचास हजार प्रकाशवष दूरी मे फैले अप्रकाशित पदाथ मे बसा हुआ है। सूय आकाश गगा के केन्द्र के चहु ओर तीस हजार प्रकाशवष की दूरी पर

परिक्रमा करता है। अतरतारकीय आकाश मे उदासीन हाइड्रोजन की प्रधानता है। इस अतराकाशीय पदार्थ से प्राप्त विकिरणों से पता चलता है कि बनावट मे हमारी आकाश गगा सर्पिल आकार की है। मगर यह दो सर्पिल भुजाए रखती है। आकाश गगा घूर्णन गति करती है। हाँ सौर मण्डल की भांति यह परिक्रमा नही करती। आकाश गगा के घटक जैसे कोई तारा या धूल का बादल इन प्रत्येक के परिक्रमा की केन्द्र के चहु ओर अपनी अपनी कक्षाए हैं। आकाश के भिन्न भिन्न भागो मे पदार्थ की रासायनिक बनावट मे अतर है। स्मरण रहे, समय के साथ साथ मदाकिनी में भारी तत्वो की मात्रा बढती जाती है।

मदाकिनी का अपना चुम्बकीय क्षेत्र प्राय होता ही है। सूर्य के धब्बो (Sun spots) से स्पष्ट है कि सूर्य मे चुम्बकीय क्षेत्र है। कुछ तारों मे बहुत शक्ति वाला चुम्बकीय क्षेत्र पाया गया है। मदाकिनी के आभामण्डल मे चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति पाई जाती है। अब इस चुम्बकीय क्षेत्र मे जब कोई आवेशित कण प्रवेश करता है तो वह सर्पिलाकार या गोलाकार रूप से चक्कर लगाने लगता है। कण इस तरह अधिक और अधिक वेग प्राप्त करता चला जाता है। जब यह कण अपना वेग प्रकाश के वेग के समीप पा लेता है तो वह विकिरण उत्सर्जित करने लगता है। यह सिक्रोटोन विकिरण कहलाता है। मदाकिनियो से भिन्न भिन्न सिंकोटॉन विकिरण प्राप्त होते हैं जिनसे कई जानकारिया प्राप्त होती हैं। उनमे से एक महत्त्वपूर्ण जानकारी अतराकाशीय चुम्बकीय क्षेत्र की है।

मदाकिनी के केन्द्र के पास तारों का झुण्ड दिखलाई देता है जिसे कि वैज्ञानिक,भाषा में उभार से सबोधित किया जाता है। इस उभार के केन्द्र को दृश्य प्रकाश क्षेत्र मे नही देख पाते हैं हम। मगर वहाँ से उच्च ऊर्जा की एक्स और गामा किरणें जो अतराकाश को पार कर हमारे सूचक यत्रो मे आती हैं उनसे यह स्थिति ज्ञात होती है। मदाकिनी के केन्द्र से पाँच प्रकाश वर्ष दूरी पर एक छल्ला है जिसमे उच्च घनत्व की अणिवक गैस और धूलि है। यह धूलि काफी गर्म है। समय के साथ यह धूलि ठण्डी नही हो रही है जिससे स्पष्टतया पता चलता है कि इसे गर्म रखने वाला कोई न कोई स्रोत वहाँ होना चाहिए। इस स्रोत की स्थिति मदाकिनी के केन्द्र के पास ही है। ये ऊर्जा के स्रोत प्रकाश के भीमकाय तारे हैं। बहुत सारे लाल अति भीमकाय तारे हैं कुछ नीले रग के भीमकाय तारे हैं और सभावना तो यहाँ तक बनती है कि वहाँ कृष्ण विविर भी हो।

प्रसरणशील ब्रह्माण्ड

इस सदी के प्रारम्भिक वर्षों में ही नक्षत्र वैज्ञानिक यह तथ्य भली भांति जान गये थे कि मदाकिनिया हमसे दूर होती जा रही हैं। प्रत्येक वस्तु का हम से दूर आभासी प्रसरण का यह प्रेक्षण हमे ब्रह्माण्ड के इतिहास के बारे मे जानकारियां

देता है। हमारी आकाश गगा की तुलना मे दूर स्थित मदाकिनियो के स्पेक्ट्रम मे डाप्लर विस्थापन कही अधिक पाया गया है। हम से दूर जा रही मदाकिनियो की वर्णक्रम (या स्पेक्ट्रमी) रेखाए अधिक तरगदैर्घ्य (अर्थात् लाल रग) की ओर खिसक आती हैं। इस स्थानातरण को डाप्लर विचलन या खिसकाव कहते हैं। प्रथम विश्वयुद्ध के समय मे ही यह पता लगाया जा चुका था कि चालीस मदाकिनिया तो हम से 2000 किमी/से की चाल से दूर हट रही हैं। अधिक दूरी की मदाकिनियां 20,000 किमी/से की चाल से दूर होती जा रही हैं। हब्बल ने इन प्रेक्षणों से एक निष्कर्ष भी निकाला कि दूर जाने की चाल का मान हमसे दूरी पर निर्भर करता है। इस भांति मदाकिनियो की दूरिया ज्ञात की जा सकती है। एक और बात ध्यान देने योग्य है कि प्रसरणशील ब्रह्मांड से हमारा तात्पर्य है कि ब्रह्माड का विस्तार समरूपत हो रहा है। शास्त्रीय भाषा मे कहें तो सारे ही प्रेक्षको को सभी पिण्ड ऐसे प्रतीत हो रहे हैं कि वे दूर जा रहे हैं, दूर जाने की चालो का मान दूरियो के मानो के समानुपाती है। फिर भी यह स्मरण रहना चाहिए कि ब्रह्मांड के प्रसरण से यह मतलब नही लेना चाहिए कि मदाकिनिया और उनका समूह स्वय फैल रहा है। इनके मध्य गुरुत्वाकर्षण का बल इन्हे बाधे हुए है। नजदीकी मदाकिनियो के लिए तो इस ब्रह्माड विस्तरण का प्रभाव नगण्य सा ही प्रेक्षण में आता है। चूकि दूर स्थित मदाकिनियों की चालें अधिक होंगी अतएव एक दूसरे से पर्याप्त मानो मे दूर हटती हुई प्रकट होंगी। एक आवश्यक बात और कि हम अरबो प्रकाशवर्ष दूरस्थ वस्तुओ की चर्चा कर रहे हैं। और जिन्हे हम आज अभी देख रहे हैं उसकी वह घटना तो बहुत-बहुत पहले के अतीत की है। यह सूचना हमे तब उत्सर्जित विकिरण के माध्यम से आज प्राप्त हो रही है।

मदाकिनियों के प्रकार

मदाकिनियो दो वर्गों मे बांटा गया है—सर्पिल और दीर्घवृत्ताकार। वसे कुछेक ऐसी भी हैं जो आकृति की तौर पर अनियमित सी हैं।

सर्पिलाकार हमारी आकाशगगा और एन्ड्रोमिडा M 31 मदाकिनी सर्पिलाकार हैं। एक सर्पिलाकार मदाकिनी को हम निम्न भागो मे बाट सकते है। केन्द्रीय नाभिक चमकती आभामडल सर्पिल भुजाए और फिर अन्धकारमय अन्तर्तारकीय पदार्थ। सर्पिल भुजाओ मे अपेक्षाकृत तौर पर युवा तारे होते हैं। इनमे अधिक चमकते दमकते वृहद् भीमकाय तारे हैं। ऐसे चमकीले तारो से बनी मदाकिनी ऐसे प्रतीत होते हैं मानों बच्चो का खिलौना फिरकनी हो। सामान्यतया सर्पिलाकार मदाकिनियो का चक्र भाग 20,000 से 100 000 प्रकाशवर्ष व्यास के परिसर मे होता है। द्रव्यमान के बारे मे अनुमान है कि सूर्य के द्रव्यमान से इनका मान 10^9 से 10^{12} गुना होता है।

दीर्घवृत्ताकार—अधिक पुराने तारों से बनी मंदाकिनियाँ गोलाकार और दीर्घवृत्ताकार हैं। इनकी किसी भांति का भुजाएं नहीं होतीं। इनसे उत्सर्जित प्रकाश में लाल रंग है अतः इनमें लाल रंग के तारों की अधिकता है। दीर्घवृत्ताकार मंदाकिनियों में धूलि और अन्य पदार्थ की मात्रा सर्पिलाकार की अपेक्षा कम है। ऐसी मान्यता है कि ब्रह्मांड की दो-तिहाई मंदाकिनियां सर्पिलाकार हैं अतः दीर्घवृत्ताकार की संख्या भी पर्याप्त है। इनका आकार वृहद् है। द्रव्यमान अत्यधिक और चकाचौंध भी पर्याप्त काफी है। M 87 दीर्घवृत्ताकार की चौंध तो सर्पिल से भी अधिक है। वृहद् लाल मंदाकिनियों का द्रव्यमान सूर्य से 10^{13} गुना अधिक है। कुछ दीर्घवृत्ताकार मंदाकिनियां आकार में छोटी भी हैं जिनके तारों की संख्या कुछ लाख ही है।

अनियमित मंदाकिनियाँ—बनावट में अनियमितता होने से कोई स्पष्ट स्वरूप उभर कर नहीं आता ऐसी मंदाकिनियां अनियमित कहलाती हैं। बड़ी और छोटी मेगेलेनिक बादल हमारे सबसे नजदीक की अनियमित मंदाकिनी है।

दो और तरह की मंदाकिनियाँ जो अति महत्वपूर्ण हैं की अब हम विस्तार से चर्चा करते हैं। उज्ज्वल मंदाकिनियाँ क्वासार (Quasar), दूसरी सक्रिय मंदाकिनियाँ (active galaxies) जिनकी चौंध भी काफी ज्यादा है। ये दिक् के अति उज्ज्वल निशान हैं। ये बहुत ही अधिक दूरी पर स्थित हैं। दिक में ये अधिकतम दूरियां हैं जिन तक हमारी पहुंच है। इनकी ऊर्जा के स्रोत किस भांति के हैं यह रहस्य ही बना हुआ है।

रहस्यमयी क्वासार

क्वासारों की खोज सन् 60 के बाद हुई। सन् 1963 तक ऐसे चार आकाशीय स्रोतों का ज्ञान हो चुका था जो एक विशेष प्रकार के रेडियो संकेत प्रसारित करते हैं। इन रेडियो तारों से भेजे विकिरण के विश्लेषणों से किसी निश्चित निष्कर्ष तक नहीं पहुंचा जा सकता था कि इनका स्रोत क्या है? वस्तुतः इन्हें तारे की श्रेणी में रखने की अनिश्चितता ने ही इनके नामकरण की प्रारम्भिक औपचारिकता पूरी की। चूंकि ये क्वासी स्टेलर रेडियो सोर्स थे अतः इन्हें संक्षिप्त नाम क्वासार दिया गया। सन् 1963 में ही यह पता लग चुका था कि ये शक्तिशाली रेडियो स्रोत नहीं हैं। अब तो हम जानते हैं कि क्वासार में से नब्बे प्रतिशत रेडियो स्रोत नहीं हैं। रेडियो संकेत उत्सर्जक क्वासार तो क्वासारों के उद्गम की प्रारम्भिक दशा का बयान करते हैं। वस्तुतः क्वासार बहुत ही दूर हैं और हैं भी मोहक। यह दूरी लग-

भग 7 5 अरब प्रकाशवष है। कुछ बहुत ही अधिक दूर के क्वासार जो कि प्रकाश के वेग के 93% मान से दूर जा रहे हैं वे तो 13 अरब प्रकाशवर्ष दूर हैं। एक बार पुन प्रकाश वष दूरी का मान स्मरण कर तेरह अरब प्रकाशवर्ष दूर के मान का हिसाब लगायें और यह भी ध्यान दें कि जो आज प्रकाश दिखलाई दे रहा है वह कब स्रोत से रवाना हुआ होगा ? निश्चय ही ये दूरियां हमारी जानकारी से मदाकिनी की दूरियों से बहुत अधिक है। या यो कहे कि क्वासार की खोज ने तो हमारे ब्रह्माण्ड का आकार और भी अधिक बढा दिया। क्वासार द्वारा उत्सर्जित स्पेक्ट्रम पराबेंगनी क्षेत्र मे अधिक चौंध लिये है और प्राय सभी क्वासार एक्स किरणें उत्सर्जित करते है। क्वासारो के लक्षणो के अध्ययन से पता चलता है कि इनकी ऊर्जा का स्रोत ऐसा होना चाहिये जो 10^{40} वॉट शक्ति उत्पादित कर सके। यह ऊर्जा स्रोत सघनित भी होना चाहिए। यह स्रोत ऐसा हो जो कि इलेक्ट्रानो की तेज फुहारें छोड सके और इसका चुम्बकीय क्षेत्र शक्तिशाली हो। ऐसे स्रोत के बारे कई प्राक्कल्पनाए हैं। एक जो कि पर्याप्त रूप से आकर्षक है वह है कि इसके केन्द्र मे (या नाभिक) एक वृहद् कृष्ण विविर होना चाहिए। यह कृष्ण विविर होना भी शक्तिशाली चाहिये—करोडों सूर्यों के द्रव्यमान से भी अधिक शक्ति धारण किये हुए। ऐसे कृष्ण विविर में निरन्तर गिर रहे पदाथ के कारण ऊर्जा उत्पन्न होती है। कैसे ? तारे, धूलि और गैसें लगातार चक्कर लगाते लगाते केन्द्र की ओर बढते हैं। कृष्ण विविर की ओर बढ़ते हुए ये चकती की आकृति बनाते हैं। ये पदार्थ ज्यों ज्यो समीप पहुचते हैं सघनित होते हैं और अत्युच्च तापमान उत्पन्न करते हैं। यह उच्च ताप का पदार्थ कृष्ण विविर की ओर गिरते हुए विकिरण उत्सर्जित करता है।

क्वासारो की गैसीय सरचना हमारी आकाशगगा सी ही है। क्वासारो में हल्की गसें हाइड्रोजन और हीलियम ही नही बल्कि भारी गैसें कावन आक्सीजन नाइट्रोजन भी हैं। अवश्य ही, ब्रह्माड के प्रारम्भिक काल में तो ये तत्व नहीं थे। तारों की प्रथम पीढी के विकासकाल मे ही इनका सघटन हुआ होगा। अरब प्रकाश वर्षों की दूरियो पर स्थित मदाकिनिया, चमकदार क्वासार जो कि दम अरब प्रकाशवष दूर हैं आदि की गिनती कर हम दिक् के घनत्व का मान प्राप्त करते हैं। इसी गणना से ब्रह्माड मे विद्यमान पदाथ की मात्रा का ज्ञान भी प्राप्त होता है। मदाकिनियो में नब्बे प्रतिशत पदाथ अदीप्त प्रकार का है। अर्थात् दिक् में अधिकाश पदाथ अदृश्यरूप मे ही है।

मदाकिनियो से सम्बन्धित यह अध्याय समाप्त करने से पहले कुछ रोचक जानकारियो की ओर ध्यान देना उचित ही होगा। उम्र के साथ मदाकिनियां कसे विकसित होती हैं ? पहली प्रारम्भिक स्थिति में तो सघटक तारो का विकास होता है। फिर नये तारे बनने की गति में कमी आती है और पुराने तारे लाल पडने

लगते हैं। स्पष्ट है कि आज तक तो बहुत कम संख्या की मंदाकिनियां ही इस स्थिति मे पहुंची हैं। अपने विकासकाल मे एक मंदाकिनी दूसरी मंदाकिनी से संघट्ट कर सकती है। तारो का आपस मे टकराने की तुलना मे मंदाकिनियो की टक्कर अधिक सम्भावित है। ऐसा इसलिए है क्योंकि उनके व्यासो की तुलना करें तो मंदाकिनियां एक दूसरे के कहीं अधिक समीप पड़ती है। एक दूसरे के समीप आने पर कम सापेक्ष वेग से गुज़रती मंदाकिनिया ज्वार उत्पन्न करती हैं। इस भांति उन द्वारा अन्य का पदार्थ खींच लेना सम्भव है। परस्पर क्रिया द्वारा सर्पिल का दीर्घवृत्त मे परिवर्तित होना भी पाया गया है। वसे बडी मंदाकिनी द्वारा छोटी को हड़प अपने मे मिला लेना भी सामान्य पाया गया है।



तारे

हमारा ब्रह्माण्ड भौतिक शास्त्र की वृहद्तम प्रयोगशाला है। आकाशीय पिण्डो को वस्तु मानकर जो वैज्ञानिक अनुसंधान अध्ययन किया जाता है उस शाखा को खगोल भौतिकी कहते हैं। खगोल भौतिकी स्वयं ही एक विषय है—पर्याप्त विस्तार लिया विषय। यहां भौतिकी की मात्रात्मक विधियों उपकरणों का प्रयोग होता है। उदाहरणार्थ किसी तारे से आ रहे प्रकाश को हम वर्णक्रम एवं छाया चित्रो द्वारा प्रेक्षित करते हैं। इस प्रकाश से हमें तारे की आकाश में स्थिति गति उसका तापमान उसमे विद्यमान गैसें, नाभिकीय अभिक्रियाएँ आदि कई जानकारियाँ प्राप्त होती हैं। वस्तुत तारो की रहस्यमयी दुनिया की सैर के लिए ये हमारे आवश्यक पथप्रदर्शक हैं।

हमारा सूर्य एक तारा है। सबसे नजदीक का एकमात्र तारा। तारा, अर्थात् वह आकाशीय पिण्ड जो स्वयं ही ऊर्जा का स्रोत है। सूर्य के अतिरिक्त तीन और तारे पृथ्वी के समीप हैं। फिर भी नग्न नेत्रो द्वारा तो इनमे से मात्र एक ही दिखलाई देता है। यह है अल्फा सेंतारी (Alpha Centauri)। अल्फा सेंतारी एक जोड़ा तारा है। इसकी पृथ्वी से दूरी 4 4 प्रकाशवर्ष है। एक प्रकाशवर्ष लगभग 10^{13} किलोमीटर दूरी होती है। अत अनुमान लिया जा सकता है कि सूर्य के अतिरिक्त यह दृश्यतारा हमसे कितना दूर है। इसके समीप का तारा है प्रोक्सिमा सेंतारी (Proxima)। वस्तुत अल्फा सेंतारी जोड़े से प्रोक्सिमा सेंतारी हमारे नजदीक है। यह दूरी है 4 3 प्रकाश वर्ष। सिरिअस (Sirius) तीसरा तारा है जिसे हम पृथ्वी के समीप के तारो में गिनते हैं। यह 8 प्रकाशवर्ष दूर है। तुलना के लिए यह जान लेना उपयोगी होगा कि सूर्य से धरती पर प्रकाश आने मे 8 मिनट का समय लगता है जबकि सिरिअस से छूटा प्रकाश जब तक हम तक पहुचेगा 8 वर्ष व्यतीत हो चुके होंगे। मात्रात्मक अनुमान के लिए, पृथ्वी से पचास प्रकाश वर्ष की दूरी पर लगभग एक हजार तारे हैं। मगर वे नग्न आँखों से दिखलाई नहीं देते हैं। हम जो तारे दिखलाई दे रहे हैं वे वस्तुत बहुत दूर हैं परन्तु अधिक चौंध लिये हैं इसलिए दिखलाई दे रहे हैं। तारो का आकाश में घनत्व एक तारा प्रति 300 प्रकाशवर्ष का घन है। इस घनत्व मान में परिवर्तन भी सम्भावित है क्योंकि हो सकता है तारे और भी हो जो हमारी गणना मे अज्ञानवश न आ पाये हो।

लगते हैं। स्पष्ट है कि आज तक तो बहुत कम सख्या की मदाकिनिया ही इस स्थिति मे पहुची हैं। अपने विकासकाल मे एक मदाकिनी दूसरी मदाकिनी से सघट्ट कर सकती है। तारो का आपस मे टकराने की तुलना मे मदाकिनियो की टक्कर अधिक सम्भावित है। ऐसा इसलिए है क्योकि उनके व्यासो की तुलना करें तो मदाकिनिया एक दूसरे के कहीं अधिक समीप पडती है। एक दूसरे के समीप आने पर कम सापेक्ष वेग से गुजरती मदाकिनिया ज्वार उत्पन्न करती हैं। इस भाति उन द्वारा अन्य का पदार्थ खीच लेना सम्भव है। परस्पर क्रिया द्वारा सर्पिल का दीर्घवृत्त मे परिवर्तित होना भी पाया गया है। वसे बडी मदाकिनी द्वारा छोटी को हडप अपने मे मिला लेना भी सामान्य पाया गया है।



एक चाय के चम्मच की मात्रा लगभग पचास टन होगी। यह पदार्थ परमाणु का नाभिक ही होता है क्योंकि इसके संघटक इलेक्ट्रॉन हट चुके होते हैं। अपन उद्‌भव के चरम बिन्दु पर प्राय सभी तारे श्वेत बौने बन जाते हैं। अरबों खरबों वर्षों बाद जबकि वे अपनी अधिकांश ऊर्जा विकिरण द्वारा त्याग चुके होते हैं तो ठण्डे पड़ जाते हैं और श्याम बौने हो जाते हैं। श्वेत और श्याम दो ही अन्तिम प्रकार नहीं है तारों का मगर एक और भी है जिसका घनत्व बहुत ही अधिक है वे न्यूट्रॉन तारे कहलाते हैं। सारणी मे पन्द्रह सबसे चमकदार तारे दिये गये हैं। चौंध से इनका क्रम निर्धारित है। इनकी दूरी pc—पारसेक मात्र में है। एक पारसेक $3\ 09 \times 10^{16}$ मीटर होता है।

तारा	दूरी(pc में)
सिरियस (Sirius)	2 7
कॅनोपस (Canopus)	30
अल्फा सॅतारी (α Centauri)	1 3
आकट्रस (Arcturus)	11
वेगा (Vega)	8 0
कापेल (Capella)	14
रिगेल (Rigel)	250
प्रोकिआँन (Procyon)	3 5
बेतेलगिउसे (Betelgeuse)	150
आर्कनार (Achernar)	20
बीटा सॅताउरी (β Centauri)	90
अल्तेयर (Altair)	5 1
अल्फा क्रुसिस (α Crucis)	120
आल्डेबारान (Aldebaran)	16
स्पिका (Spica)	80

अंतरतारकीय पदार्थ

यदि हम पृथ्वी के वायुमण्डल से तारो के मध्य स्थित पदार्थ की तुलना करें तो हम कहेंगे कि वहाँ तो निर्वात है। ऐसा खालीपन जिसे पृथ्वी की किसी भी प्रयोगशाला में उत्पन्न करना असम्भव ही है। मगर यह आकाश बहुत बड़ा है और जहाँ तहाँ गैसो के बादल, छोटे छोटे ठोस पदार्थ के कण हैं। अंतराकाश मे पदार्थ की मात्रा एक प्रतिशत है। हाइड्रोजन हीलियम गैसों से तारे बने हैं।

द्वितारे

हमारे पास के उनसठ तारो मे से अट्ठाईस तो ऐसे हैं जो कि एक से अधिक का जोडा बनाते हैं। जुडवा तारे या द्वितारो के विश्लेषण मे हम तारा की आकृति और द्रव्यमान के बारे म जानकारिया प्राप्त करते हैं। ऐतिहासिक दृष्टि से सन् 1650 मे एक इतालवी खगोलशास्त्री रिक्योली ने मिजार' नामक द्वि तारा खोजा। एक और सुज्ञात द्वि तारा है कैस्टर। यह जमिनी तारा समूह म है। जब हम तारो के द्रव्यमान और उनकी दीप्ति की तुलना करते हैं तो ज्ञात होता है कि अधिक भारी तारो की दीप्ति भी अधिक है। सही तौर पर, किसी तारे की चौंध उसके द्रव्यमान की 3 5 घात के समानुपाती होती है।

द्रव्यमान और आकार

तारो के व्यास सूय के कोणीय व्यास से तुलना कर ज्ञात किय जाते हैं। सूर्य का कोणीय व्यास ½° है। हमारे उपकरणों से यह सामान्यतया विभेदित होने वाला व्यास है। फिर भी बहुत सारे तारे ऐसे हैं जिनके व्यास का मान उपकरण द्वारा ज्ञात किये जा सकने वाले छोटे मान से भी कम है। अत अन्य विधियाँ विकसित की गई हैं। इन ज्ञात व्यासों की तुलना करने पर हम पाते हैं कि हमारे समीप के अधिकाश तारो का आकार सूय जितना है। कुछ लाल रग के तारे काफी बडे हैं इन्हें दीघकाय (Super giant) कहते हैं। तारा के द्रव्यमान का निर्धारण किसी तारे के अन्य तारे क साथ गुरुत्वीय अन्योन्य क्रिया प्रभाव के माप द्वारा किया जाता है। यह कुछ कुछ इसी भाति है जसे कि सूय का द्रव्यमान पृथ्वी की परिक्रमा से सम्बन्धित मानो को प्रयाग म लेकर प्राप्त किया जाता है। प्राय लाल दीघकाय (Red Super giants) तारो का औसत घनत्व बहुत कम होता है। उदाहरणाथ एक लाल दीघकाय का आयतन सूर्य से 640 लाख गुना अधिक होते हुए भी द्रव्यमान तो उसका सूय से पचास गुना ही है। रॉस 614बी एक लाल बौना है। इसकी सतह का तापमान 2700 k है। इसकी दीप्ति सूय का 1/2000 भाग ही है। मगर इसका घनत्व सूय से अधिक है। लाल दीघकायो के घनत्व मानो मे भारी परिवतन पाया जाता है।

श्वेत बौने

तारों की एक अन्य आकषक जाति श्वेत बौने (White dwarf) हैं। हमारे समीप के तारा म से एक है 40 इरीडानी बी। यह गम तारा 12000 k तापमान का है। गणना से पता चला है कि इसकी त्रिज्या तो सूय की डेढ प्रतिशत ही है मगर इसका द्रव्यमान सूय के आधे से जरा कम है। इस भाति इस तारे का घनत्व 2 लाख ग्राम प्रति घन सेमी है। केवल अनुमान के लिए इसके पदाथ के

एक चाय के चम्मच की मात्रा लगभग पचास टन होगी। यह पदार्थ परमाणु का नाभिक ही होता है क्योंकि इसके सघटक इलेक्ट्रॉन हट चुके होते हैं। अपने उद्भव के चरम बिंदु पर प्राय सभी तारे श्वेत बौने बन जाते हैं। अरबों-खरबों वर्षों बाद जबकि वे अपनी अधिकांश ऊर्जा विकिरिए द्वारा त्याग चुके होते हैं तो ठण्डे पड जाते हैं और श्याम बौने हो जाते हैं। श्वेत और श्याम दो ही अन्तिम प्रकार नही है तारों का मगर एक और भी है जिसका घनत्व बहुत ही अधिक है वे 'न्यूट्रॉन तारे कहलाते हैं। सारणी मे पद्रह सबसे चमकदार तारे दिये गये हैं। चौंध से इनका क्रम निर्धारित है। इनकी दूरी pc—पारसेक मात्र मे है। एक पारसेक 3 09 $\times 10^{16}$ मीटर होता है।

तारा	दूरी(pc मे)
सिरिअस (Sirius)	2 7
कॅनोपस (Canopus)	30
अल्फा सेंतारी (α Centauri)	1 3
आर्कटूरस (Arcturus)	11
वेगा (Vega)	8 0
कापेल (Capella)	14
रिगेल (Rigel)	250
प्रोकिऑन (Procyon)	3 5
बेतेलगिउसे (Betelgeuse)	150
आर्केनार (Achernar)	20
बीटा सेंताउरी (β Centauri)	90
अल्तेअर (Altair)	5 1
अल्फा क्रुसिस (α-Crucis)	120
आल्डेबारान (Aldebaran)	16
स्पिका (Spica)	80

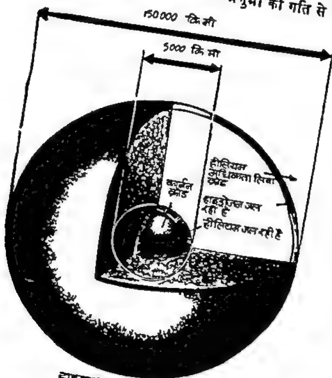
अतरतारकीय पदार्थ

यदि हम पृथ्वी के वायुमण्डल से तारों के मध्य स्थित पदार्थ की तुलना करें तो हम कहेंगे कि वहां तो निर्वात है। ऐसा खालीपन जिसे पृथ्वी की किसी भी प्रयोगशाला मे उत्पन्न करना असभव ही है। मगर यह आकाश बहुत बड़ा है और इसमे जहां-तहां गैसों के बादल, छोटे छोटे ठोस पदार्थ के कण हैं। अंतराकाश में ठोस पदार्थ की मात्रा एक प्रतिशत है। हाइड्रोजन हीलियम गसों से तारे बने हैं।

कॉस्मिक किरणें भी हैं मगर द्रव्यमान की दृष्टि से इनकी मात्रा ही कम भी ह। तुलना की दृष्टि से ध्यान दें कि हमारी आकाश गगा की सर्पिल कुण्डली की भुजा में यह पदार्थ लगभग एक परमाणु प्रति घन सेन्टीमीटर है और पृथ्वी पर यह मान 10^{19} अणु प्रति घन सेन्टीमीटर है। मगर याद रहे कि हम बहुत बहुत अधिक आयतन की बात कर रहे हैं इसलिए घनत्व का मान कम होते हुए भी कुल द्रव्यमान की मात्रा बहुत अधिक ह।

तारकीय ऊर्जा

सूर्य और तारो के गर्भों मे क्या प्रक्रियाए हो रही हैं इनके बारे मे हम अच्छी जानकारी ह। तारो मे ऊर्जा का भडारण आन्तरिक ऊर्जा के रूप मे है। यह ऊर्जा तापीय और गुरुत्वीय स्वरूप की ह। गैस के अणुओं की गति से निर्धारित ऊर्जा



तापीय ऊर्जा होती ह। किसी वस्तु के अधिक तापमान से तात्पर्य है कि उसके घटक अणुओं की गति अधिक है। जब गति मे कमी आने लगती है तो इसका अर्थ हुआ कि उसकी ऊर्जा अनुरूपतः ऊष्मा और प्रकाश के रूप मे उत्सर्जित हुई है। एक तारा

अपने विभिन्न भागो के गुरुत्वीय आकर्षण से आकृति मे बना रहता है। यदि ये विभिन्न भाग और पास पास आते जाय तो गुरुत्वीय ऊर्जा ऊष्मा मे रूपातरित होगी। हेल्म हाल्टज और लार्ड केल्विन नामक वैज्ञानिको ने यही कल्पना प्रतिपादित की थी। सूर्य के बारे मे उनका कहना था कि उसका सकुचन बहुत धीमे धीमे होता है और इस भाति सूर्य अरबों वर्षों तक अपनी यह ऊष्मा बनाए रखेगा। इस तर्क पर गणना की जाये तो पृथ्वी की आयु सूर्य की आयु से भी अधिक आती है। अतएव सूर्य और ऐसे ही तारो की चकाचौंध पदार्थ के सकुचन के कारण नही है। द्रव्यमान और ऊर्जा समतुल्य हैं—आइंस्टाइन का यह सिद्धान्त ही वह कारण है जिससे सूर्य और तारो मे ऊष्मा बनी रहती है। अर्थात वस्तुत वहा द्रव्यमान का ऊर्जा मे लगातार रूपातरण हो रहा है।

सूर्य

ऐतिहासिक तौर पर लगभग 1928 मे यह सम्भावना व्यक्त की गई कि हाइड्रोजन, हीलियम के सलयन से तारो मे ऊर्जा उत्पन्न होती हो। कितनी अधिक ऊर्जा सलयन अर्थात् परमाणुओ के मिलकर एक हो जाने पर उत्पन्न होती है उसका अनुलेने के लिए हम एक उदाहरण देखते हैं। यदि एक सेकण्ड मे एक किलोग्राम हाइड्रोजन हीलियम मे रूपातरित हो जाय तो 6×10^{14} वॉट की शक्ति उत्पन्न होगी। पृथ्वी पर विद्युत् उर्जा के वार्षिक उपभोग की मात्रा से यह दस गुना है। सूर्य की वर्तमान चौंध 4×10^{26} वॉट शक्ति के कारण से है। यह मात्रा प्रति सेकण्ड 60 करोड़ टन हाइड्रोजन का हीलियम मे रूपातरण से प्राप्त होती है। यह प्रक्रिया खरबों वर्षों तक सूर्य मे नियमित रह सकती है। ये नाभिकीय अभिक्रियाए ऊष्मा-नाभिकी अभिक्रियाए कहलाती हैं। तारो की इन अभिक्रियाओ को समझने के लिए सबसे अधिक अध्ययन सूर्य पर ही हुआ है। गणना करने पर यह पाया गया कि प्रारम्भ मे सूर्य मे 73% हाइड्रोजन और 24 50% हीलियम आदि थे। यह मान एक विशिष्ट मॉडल मानने पर आते हैं। इस मॉडल से हम यह भी मान प्राप्त करते है कि केन्द्र की ओर बढ़ने पर सूर्य के तापमान मे वृद्धि होती है। केन्द्र पर तापमान 1 5 करोड़ डिग्री होगा। अधिकतम घनत्व केन्द्र मे ही है जिसका मान 100 ग्राम/सेमी^{3} है। अब तक सूर्य के केन्द्र मे हाइड्रोजन की मात्रा केवल 38% ही घटी है। इन गणनाओ से सूर्य की आयु $4 6 \times 10^9$ वर्ष प्राप्त होती है।

एक जिज्ञासा स्वाभाविक है कि द्रव्यमान का मान कम से कम कितना होना चाहिए जबकि कोई वस्तु तारा बन जाय। गणना से हमे वह मान कम से कम सूर्य का 8% द्रव्यमान प्राप्त होता है। अर्थात् यदि कोई वस्तु जिसका द्रव्यमान सूर्य के 8% द्रव्यमान से कम होगा वह कभी तारा नहीं बन सकेगी। ऐसी वस्तु मे ऊष्मा नाभिकी प्रक्रिया स्वत हो निरन्तर नही रह सकती है जो कि सूर्य होने की या तारा होने की आवश्यक माग है।

क्या तारे स्थिर, स्थाई और अपरिवर्ती हैं ? किसी व्यक्ति द्वारा अपने जीवन काल मे एक तारे मे कोई परिवर्तन देख पाना असम्भव सा ही है। अवश्य ही तारों में ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए सामग्री सीमित है। भारी से भारी तारे दीप्त भी अधिक हैं और फलत वे अपनी ऊर्जा का ह्रास भी तेजी से कर रहे हैं। आकाशगंगा मे करीब दस हजार युवा तारे हैं। ऐसा अनुमान लगाया जाता है कि हमारी मंदाकिनी में 500 से 1000 साल में कहीं न कहीं एक नया तारा पैदा होता है। अब यदि प्रति दीप्त तारों की संख्या वही मानी जाय तो कहीं न कहीं एक तारा बुझना चाहिए। तभी तो नया तारा पैदा होगा और कुल संख्या वही बनी रहेगी। ऐसा ही होता है और तारों का बनना मिटना एक सतत प्रक्रिया है।

तारों का गठन

अधिकांश तारों की रचना वृहद् आण्विक बादलों के मध्य होती है। तारों की ऐसी ही एक पौधशाला ऑरियॉन क्षेत्र (Orion) है। ऑरियॉन तारामण्डल के मध्य मे चमकीला गैस और धूलि का बादल दूरबीन द्वारा देखा जा सकता है। इसके पास ही एक और वृहद् आण्विक बादल है जो अवरक्त क्षेत्र और मिलिमीटर रेडियो तरंग क्षेत्र मे है। उपयुक्त कारणों द्वारा इसके भीतर हो रहा विकास भी देखा जा सकता है। इस आण्विक गैस का द्रव्यमान सूर्य के द्रव्यमान से दो लाख गुना है। तापमान वहाँ 100 K से कम ही है। वहाँ आण्विक स्वरूप मे हाइड्रोजन की अधिकता है परन्तु CO CN और NH_3 भी विद्यमान हैं। एक बार एक वृहद् तारा बन गया तो अपने संगठन के बाद वह बहुत घनी मात्रा मे पराबैंगनी विकिरण उत्सर्जित करता है। यह विकिरण चारों ओर की गैस को गर्म करता है। गर्म होने से गैस मे आयतन प्रसार होता है। गर्म गैस तब ठण्डे बादलों मे विस्फोट करती है इस भांति और आण्विक गैस गर्म होती है। पदार्थ गर्म होता है और संकुचन आरम्भ होता है कि घनत्व बढ जाय। वस्तुत एक तारे का विकास कम दाब और गुरुत्वीय आकर्षण बलों पर निर्भर है। एक ओर गुरुत्वाकर्षण बल संकुचन पैदा करता है दूसरी ओर गैसीय दाब फैलाव। इन दोनों के संतुलन पर स्थायित्व आता है।

एक बार जैसे ही अपने ढर्रे की स्थिति मे तारा पहुंच गया वह अपनी ऊर्जा तापनाभिकीय अभिक्रिया से उत्पन्न करता है। फिर यह क्रम नियत रूप से चलता रहता है। इस अभिक्रिया से केन्द्र की हाइड्रोजन में शनैः-शनैः कमी आती है और इस कारण हीलियम की वृद्धि होती है। इस भांति कालांतर मे क्रोड मे अभिक्रिया हल्की होती जायेगी। जब केन्द्र मे हाइड्रोजन की मात्रा समाप्त हो जायगी क्रोड भारी हीलियम का हो जायेगा। इस समय तारे के केन्द्र मे गुरुत्वीय संकुचन होता है। बाहर की ओर हाइड्रोजन संलयन सतत रहता है। गुरुत्वीय संकुचन से स्थितिज ऊर्जा

आती है और बाह्य भाग मे और अधिक फैलाव जारी रहता है। बाहरी भाग के फैलने से वहा ताप गिरता है और इस तरह ठडा पड जाना ही लाल रग का तारा होना है। विकसक्रम के ढलने सोपान म बहुत सारे तारे एक अस्थाईत्व से गुजरते हैं। वे स्पदित परिवर्ती तारे (Pulsating variable star) बन जाते हैं। इस स्थिति का तारा पूरे सतुलन म नही होता वह कमानीनुमा सा हो जाता है। जब तारे में सकुचन होना है तब उसका भीतरी दाब बढता जाता है फिर एक स्थिति आने पर वह तारा बाहर की ओर फूलना शुरू होता है। इस भाति यह क्रम जारी रहता है।

तारो की वृद्धावस्था

तारे की चौंध का बढ जाना यही प्रदर्शित करता है कि नाभिकीय ईधन की खपत मे वृद्धि हो रही है, यह होता भी तब है जब कि इधर तारे मे ईधन की मात्रा मे लगातार गिरावट आती जा रही है। जब केन्द्र की हाइड्रोजन समाप्त हो जाती है और उत्पन्न गर्मी इतनी नही रहती कि बाहर की हाइड्रोजन तापनाभिकीय अभिक्रिया जारी रखे तो हीलियम का सलयन प्रारभ होता है। उसके बाद अन्य भारी तत्वो का सलयन होगा। वस्तुत इस तरह उत्पन्न ऊर्जा मात्रा हाइड्रोजन सलयन से प्राप्त ऊर्जा के मान से बहुत कम है। इस भाति आगे पीछे तारे की सग्रहीत नाभिकीय ऊर्जा चुक जाती है। इस स्थिति मे तारा ढह सकता है। ढहने से एव गुरुत्वीय ऊर्जा के निष्कासन से वह और सिकुडता है। इस भाति वह अति घनत्व मान की स्थिति म पहुचता है। अति घनत्व की स्थिति मे तीन सभावनाए व्यक्त होती हैं श्वेत बौने (White dwarf) न्यूट्रान तारे (Neutron star) कृष्ण विविर अथवा श्याम गुह्वर (Black holes)। इन तीन सम्भावनाओ मे से कौनसी किसी तारे पर लागू होगी यह उसके ढहन के समय के द्रव्यमान पर निर्भर करता है। इन सभावनाओ की ओर अग्रसर हो रहे तारे के द्रव्यमान मे हानि होती है। द्रव्यमान मे हानि से या तो हल्की पवन उत्पन्न हो जाय अथवा वह विस्फोटक रूप धारण कर ले। विस्फोटक रूप अक्सर पाया जाता है। जहा कि तारा पूरी तरह ही बिखर सकता है। इस आकाशीय विस्फोट को नोवा (Novae) और सुपर नोवा कहते हैं।

सु चन्द्रशेखर का *सिद्धान्त*

अधिकाश तारो के विकास का अतिम सोपान श्वेत बौना होना है। हम अभी ऊपर चर्चा कर चुके हैं कि जब नाभिकीय इधन चुक जाता है तब तारा बाह्य परतो के दाब के कारण सिकुडता है। यह सिकुडन तब जाकर रुकती है जबकि आन्तरिक दाब का मान इतना हो जाय कि वह अपने भार को सतुलित कर सके। जब तारे का घनत्व बहुत हो जायेगा तब यह सतुलन स्थापित होगा। वस्तुत श्वेत बौने का घनत्व बहुत अधिक है। एक परमाणु मे बहुत खाली स्थान है। इसके इलेक्ट्रान

अलग कर दिये जाय और आयनीत अणु अलग तो पृथक्तया ये बहुत बहुत कम आयतन मे समीप रह सकते हैं। यह अति अधिक घनत्व की गस होगी। इसे डिजेनरेट गस कहते हैं। इस डिजेनरेट गस से श्वेत बौना बना होता है। अनुमान के लिए एक श्वेत बौना जिसका द्रव्यमान सूय जितना हो उसका आकार पृथ्वी जितना ही रह जायेगा। मगर श्वेत बौने के द्रव्यमान पर एक विशिष्ट प्रतिबध है। एक श्वेत बौना जिसका द्रव्यमान सौर द्रव्यमान का 1 4 गुना है की त्रिज्या सकुचित हो शू य हो जायगी। अर्थात् किसी भी श्वेत बौने का द्रव्यमान 1 4 सूय के द्रव्यमान से अधिक नही हो सकता है। यह प्रसिद्ध सिद्धा त भारतीय मूल के वज्ञानिक सुब्रह्मण्यम च द्रशेखर ने दिया था। श्वेत बौने के मुख्य घटक कावन और आक्सीजन हैं। श्वेत बौने के बाह्य खोल से हाइड्रोजन का स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है। इसम जो कुछ भी ऊर्जा है वह परमाण्विक (आयनीत) नाभिको की गति के कारण है। हमारे उपकरणों मे श्वेत बौने के हस्ताक्षर इस प्रकार की गति से उत्पन्न प्रकाश के कारण है। धीरे धीरे इस ऊर्जा के समाप्त होने पर श्वेत बौना श्याम बौने मे परिवर्तित हो जाता है।

द्वि-तारा समूह मे एक तारा श्वेत बौना हो तो तारकीय विखण्डन हो सकता है। इस विखण्डनको नोवा कहते है। नोवा से अथ है नया। नोवा वह तारा है जिसने यकायक ही आकाश मे प्रकाश की झडी लगा दी। नोवा कुछ समय तक टिमटिमाता है और शनै शन इसकी चमक समाप्त होती जाती है। ऐसा अनुमान है कि हमारी मदाकिनी मे एक वष मे 30 से 40 नोवा प्रकट होने चाहिये। द्वि तारा समूह मे एक श्वेत बौना है और दूसरा लाल भीमकाय तब इनमे द्रव्यमान विनि मय होता है। कालान्तर मे द्रव्यमान विनिमय एक सीमा तक पहुचने पर श्वेत बौनेपर नाभिकी बम सा विस्फोट होता है। यही चौंध नोवा होती है जिसे हम देखते हैं।

भारी भरकम तारे

हमने देखा कि वे तारे जिनका द्रव्यमान सूय के द्रव्यमान से 6 गुना तक होगा वे अत मे श्वेत बौने होंगे मगर जिनका युवावस्था मे द्रव्यमान सूय द्रव्यमान से सौ गुना है उनका हश्र ? वस्तुत इन तारो को भी अपनी वृद्धावस्था मे लगभग उसी क्रम से गुजरना होता है जैसा कि हल्के तारो को। केन्द्र की हाइड्रोजन समाप्त होने पर क्रोड सकुचित होता है और सकुचन से स्थितिज ऊर्जा निबध होती है। इस ऊर्जा से गर्मी उत्पन्न होती है सलयन क्रियाओ म कावन और आक्सीजन का सगठन होता है। कावन और आक्सीजन क्रोड भी सकुचित होने लगता है तो कावन ज्वलन शील हो उठती है। नियॉन आक्सीजन अतत सिलिकन बनने लगते हैं। सिलिकॉन क्रोड सकोचित होने पर उच्च ताप होता है।

न्यूट्रान तारा

तब सिलिकॉन सलयन कर लौह बनाते हैं। शन शनै वह स्थिति पहुँच जाती है जबकि तारे की आकृति प्याज की सी हो जाती है। केन्द्र मे लौहा फिर क्रम से

हल्के तत्व । इस स्थिति के उपरांत भी यदि लोह क्रोड संकुचित हो रहा है तो अंतत लोह क्रोड विघटित हो जाता है । नाभिकीय क्रियाएं आरंभ होती हैं तब इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन मिलकर न्यूट्रान और न्यूट्रिनो की रचना करते हैं । न्यूट्रिनो गुरुत्वीय



ऊर्जा के संवाहक हैं जो प्रकाश के वेग से दौड़ते हैं और यह ऊर्जा अपने साथ ले जाते हैं । केन्द्र जब में मात्र न्यूट्रान रह जाते हैं तब क्रोड का ढहना ठहर जाता है । यही वह स्थिति है जबकि क्रोड न्यूट्रान तारा बनता है । त्रिज्या तो दस किलोमीटर मगर द्रव्यमान सूय से भी अधिक होने के कारण न्यूट्रान तारे का घनत्व परमाणु के नाभिक के घनत्व जितना होता है । दूसरे शब्दों में यह कहें कि क्रोड स्वयं एक वृहद् नाभिक में बदल जाता है । हमने अभी देखा कि क्रोड के ढहने की क्रिया रुकने से ही न्यूट्रान तारा रूप आता है । ढहना वस्तुत यकायक ही रुकता है । यकायक ढहना रुकने से तरंगे उत्पन्न होती हैं । ये तरंगे बाहर की ओर बढ़ती हैं । ये तरंगे बाहरी सतह पर विस्फोट पैदा करती हैं इसे सुपर नोवा कहते हैं ।

सुपरनोवा के बहुत सारे प्रकार हैं । सन् 1987 में हमारी साथी मंदाकिनी एल एम सी में एक सुपरनोवा प्रेक्षित किया गया । विस्फोट से पूव तारे से प्रकाश के ज्ञान द्वारा ही सुपरनोवा का प्रकार निर्धारित किया जाता है । उदाहरणार्थ एक विशेष प्रकार का सुपर नोवा बहुत ही बड़ा लाल तारा हो जाता है जिसका क्रोड

पूर्णतया लोह होता है। 1987 के विस्फोट से न्यूट्रिनो कण की प्रायोगिक पुष्टि हुई। यह पुष्टि एक विशिष्ट उपलब्धि गिनी जाती है। जब सुपर नोवा टूटता है तो इसके टुकड़े बिखरते हैं और एक्स किरणें उत्पन्न होती हैं। सुपर नोवा विस्फोट के कारण बिखरे टुकड़ो मे से एक क्रेब नेबूला (Crab nebula) है। यह वृष (Taurus) मे उपस्थित है।

पल्सार

केम्ब्रिज विश्वविद्यालय के एक विद्यार्थी ने सन् 1967 मे एक ऐसे आकाशीय स्रोत का पता लगाया जो कि तेजी से पर्याप्त शक्ति के रेडियो सकेतो के स्पद प्रेषित कर रहा था। यह स्रोत अब भी यही काय कर रहा है। प्रत्येक 1 34 सेकण्ड के बाद कि स्पद हम तक आता है। उस अजूबे अनुभव पर तब कुछेक ने तो यह क्यास लगाया कि कही अन्यत्र से, जहाँ जीवन है द्वारा हम सकेत भेजे जा रहे हैं। शीघ्र ही भिन्न दिशाओ म ऐसे तीन स्रोतो का पता लग गया। अब तो हमे ऐसे सकडा स्रोतो का पता है और इन्हें पल्सार (Pulsar) कहते हैं। वे पलसेटिंग रेडियो स्रोत हैं। एक पल्सार तो ऊपर वर्णित क्रेब नेबुला के केन्द्र मे ही है। आवश्यक नही कि पल्सार रेडियो स्पद ही उत्पन्न करता है। कुछेक से तो नियत अतराल पर एक्स किरण स्पद प्राप्त होते हैं। पल्सार वस्तुत चक्रणशील न्यूट्रान तारे हैं। न्यूट्रान तारे व्यासत 10 किमी होते हैं और इतने छोटे होने से प्रत्यक्ष रूप से प्रेक्षणशील नहीं हैं। हम न्यूट्रान तारे की उपस्थिति एक्स किरण स्पदन अथवा रेडियोतरग स्पदन द्वारा ही समझते हैं। ऐसे तारे की चक्रण दर बहुत अधिक होती है। मान लें कि कोई तारा ढह कर न्यूट्रान तारा बना तो उसका चुम्बकीय क्षेत्र तो जो तारे का था वही रहेगा। अर्थात् प्रत्येक न्यूट्रान तारे का चुम्बकीय क्षेत्र होगा। इसकी सतह पर प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन चुम्बकीय क्षेत्र स प्रभावित होने के कारण लगभग प्रकाश के वेग से त्वरित होंगे। ऊर्जा लिये ये कण विकिरण उत्सजन करते हैं। हम पहले सिंक्रोटॉन विकिरण की चर्चा कर चुके हैं। ये इस तरह उत्पन्न सिंक्रोटोन विकिरण हैं जो कि तारे की उपस्थिति बताते हैं।

उपयुक्त को सक्षेप मे दोहराए तो हम कहते हैं कि अधिकाश तारे अत में श्वेत बौने बन जाते हैं। कुछ सुपर नोवा प्रक्रिया से गुजर कर न्यूट्रॉन तारे हो जाते हैं। श्वेत बौनों का द्रव्यमान सूय के द्रव्यमान के 1 4 से कम होना चाहिए। न्यूट्रान तारे का द्रव्यमान 3 सौर द्रव्यमान से अधिक नही होना चाहिए। अब यदि इनसे भी अधिक द्रव्यमान का तारा हो तो ? अर्थात् भारी तारे की नाभिकीय ऊर्जा समाप्त होने के बाद वह ढह जाये तब क्या होगा ! हम ऐसे तारो के लिए कहते हैं कि वे कृष्ण विविर (Black holes) बन जाते हैं।

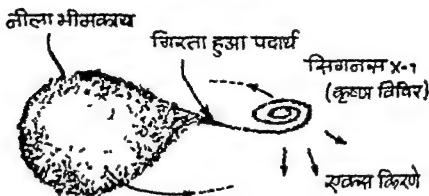
कृष्ण विविर

सापेक्षता सिद्धान्त से एक निष्कर्ष यह भी प्राता है कि यदि वस्तु बहुत अधिक भारी हो तो वह अपनी ओर आ रहे प्रकाश को सीधी रेखा से विचलित करेगी। यदि प्रकाश सूर्य को सस्पर्श करता आपाती हो तो वह 1 75 आर्क सेकण्ड से विचलित हो जायेगा। किसी श्वेत बौने से वह एक आर्क मिनट विचलित होगा। न्यूट्रॉन तारे से सस्पर्श करता प्रकाश 30° विचलित होगा। अर्थात् इनसे भी अधिक ठोस पिण्ड हो तो प्रकाश और भी अधिक मुड जायेगा। सन् 1796 मे ही सिमोंन और लाप्लास नाम के वैज्ञानिको ने सिद्धान्त रूप से ऐसे पिण्डों की घोषणा की थी। उनका गुरुत्वाकर्षण बल इतना अधिक हो तो उनके प्रभाव क्षेत्र मे पहुचा प्रकाश फिर बाहर न आ सकेगा। अधिक स्पष्टता से कहें तो प्रकाश इतना झुक जायेगा कि वह उस पिण्ड से ही जुड जायेगा। लाप्लास ने ऐसे पिण्ड को 'कृष्ण पिण्ड' कहा था। 'कृष्ण विविर' ऐसे ही पिण्ड हैं जो कि वर्तमान नये सिद्धान्त की देन हैं। नवीन सिद्धान्त के अनुसार यह वह स्थिति है जब कि किसी तारे का सकुचन इतना अधिक हो जाय कि उसका पलायन वेग प्रकाश का वेग हो जाय। ऐसी स्थिति मे सारी ही वस्तुए उसी मे फसी रहेगी और कुछ भी बाहर नही आ सकेगा। किसी पिण्ड का पलायन वेग वह मान है जिससे यदि कोई वस्तु पिण्ड से प्रक्षेपित की जाय तो वह वापस पिण्ड की ओर लौटकर नही आयेगी अर्थात् अनत के चली जायेगी। प्रकाश का वेग चरम वेग है अत यही मान यदि पिण्ड का पलायन वेग हो गया तो उससे (पिण्ड से) वस्तु के बाहर निकल कर आने की कोई समावना नहीं है। अर्थात् कृष्ण विविर के बारे मे कोई भी जानकारी नही प्राप्त की जा सकती है क्योंकि वहाँ से लौटकर या टकराकर तो कोई सकेत नही आता है। पारिभाषिक तौर पर इस विविर के बाहरी धरातल को घटना क्षैतिज कहते हैं।

गणनाओ द्वारा हम यह जानते हैं कि पदार्थ का कोई भी स्वरूप जिसका सम्मिलित द्रव्यमान 3 सौर द्रव्यमान से अधिक है वह अपने भार को समेटे नहीं रख सकता। यह ढह कर कृष्ण विविर हो जायेगा। उदाहरणार्थ यदि पृथ्वी को इतना सकुचित किया जाय कि वह एक सेन्टीमीटर त्रिज्या की वस्तु रह जाय तो वह कृष्ण विविर होगी।

प्रश्न यह उठता है कि ऐसी वस्तु की उपस्थिति कसे प्रेक्षित की जाय ? इससे लौटकर कोई सकेत नहीं आता है अत सिद्धान्तत इसे देखा नहीं जा सकता है। दूसरे तारो पर इसका गुरुत्वीय प्रभाव, यह एक विधि है जिसके द्वारा इसका नमूना किया जा सकता है। इस हेतु एक द्वितारे समूह को चुनें। हम जानते हैं कि द्वितारा समूह में द्रव्यमान विनिमय होता है। हमने देखा कि वृहद् लाल तारा अपने साथी छोटे तारे के गुरुत्वाकर्षण बल का लाभ उठता है। अब हम मानें कि ऐसे ही एक

द्वितारा स्थिति मे एक तारा तो कृष्ण विविर हो चुका है और दूसरा इतना बड़ा है कि उसका बाहरी भाग कृष्ण विविर के आकर्षण क्षेत्र मे है। इस बड़े तारे और



कृष्ण विविर के परस्पर घूर्णन से साथी तारे का पदार्थ सीधे कृष्ण विविर में आकर न गिरने की अपेक्षा सर्पिला घूर्णन करता है। पदार्थ कृष्ण विविर के पास आने पर इतना तेजी से घूमता है कि उसम आतरिक घषण पैदा होता है। इस भांति वह खूब गर्म हो जाता है कि एक्स किरणें उत्पादित कर सके। सिगनस एक्स एक से जो एक्स किरणें हमे प्राप्त होती हैं उससे यही पता चलता है कि वहां एक साथी तारा होना चाहिए जिसका द्रव्यमान दस सूर्य द्रव्यमान हो। परन्तु वह दिखलाई नही दे रहा है। यह साथी एक कृष्ण विविर ही होना चाहिए।

कृष्ण विविर की कुछ विशेषताओ को अब हम लेते हैं। कृष्ण विविर पर पहुचते-पहुचते समय सुस्त पड जाता है। पदार्थ जो कि कृष्ण विविर मे गिरता है वह बाह्य प्रेक्षक को ऐसा लगेगा जसे कि ठहर गया हो अब तो अनत काल ही लगेगा जबकि वह कृष्ण विविर मे आहूत होगा। इस कारण से कृष्ण विविर एक तरह से ठहरा ठण्डा तारा कहलाता है। एक सिद्धान्त से यह भी निष्कर्ष आता है कि कृष्ण विविर मे प्रवेश पाते ही सब एक दिशा हो जाता है अर्थात् आयाम के दो मान लुप्त हो जाते हैं। ऐसे मे आयतन शून्य होकर घनत्व अनत हो जायेगा। अब तक हमने जाना है कि कुछ सौर द्रव्यमान से अधिक द्रव्यमान के ढहने पर कृष्ण विविर उत्पन्न होता है। मगर छोटे आकार के कृष्ण विविर भी हो सकते हैं। कसे? समझा जाता है कि ब्रह्माण्ड के आरम्भ पर जबकि बृहद् विस्फोट हुआ उस काल में वे बने हों।

कृष्णविविर से संबंधित कई कपोल कथाएं लिखी गई हैं। यह है ही आश्चर्य-जनक दश्य जो सब कुछ हड़प जाता है और अपना कोई अतापता नहीं रखता। मगर प्रश्न है कृष्ण विविर का भी कोई अंत ? सिद्धान्त इसका उत्तर सकारात्मक देते हैं कि कृष्ण विविर से पदार्थ का सृजन हो सकता है और एक दिन वह भी फूट कर टुकड़े टुकड़े हो सकता है। इस बात को समझें उसके पूर्व हम कुछ भौतिक शास्त्रीय परिणामों को दोहराना चाहेंगे। प्रकृति में पदार्थ का प्रति पदार्थ है। इलेक्ट्रॉन ऋणाविष्ट कण है इसका प्रतिकण पॉजिट्रॉन है (न कि प्रोटॉन) जो बिल्कुल इलेक्ट्रॉन की तरह ही है केवल अंतर है कि यह धनाविष्ट है। कण और प्रतिकण जब संयोजित होते हैं तो उनका लोप होता है और ऊर्जा प्रकट होती है। विपरीत्य, ऊर्जा से कण और प्रतिकण युग्म भी प्राप्त किया जा सकता है। यह सदैव युग्म में ही होता है। अर्थात् शून्य से कुछ भी नहीं उत्पादित किया जा सकता है। ऊर्जा चाहिए पदार्थ में रूपांतरण हेतु अथवा पदार्थ चाहिए ऊर्जा में रूपांतरण हेतु। मगर क्वाण्टम भौतिकी के एक सिद्धान्त से यह संभव है कि पदार्थ अथवा ऊर्जा को 'कुछ भी नहीं'' से प्राप्त किया जा सकता है। सिद्धान्ततः यह संभावना बहुत ही छोटे समयांतराल के लिए सत्य है। यह संभावना अनिश्चितता सिद्धान्त के कारण आती है। एक बार तो इससे हमारी चिरसम्मत धारणा को धक्का लगता है क्योंकि यह संरक्षण नियम का स्पष्ट उल्लंघन है। फिर भी ऐसी बात नहीं क्योंकि इस तरह जो भी पदार्थ बनता है वह तुरंत ही लुप्त हो जाता है। औसत तौर पर द्रव्यमान और ऊर्जा कुल मिलाकर सदैव संरक्षित हैं।

वैज्ञानिक हॉकिंग ने एक कल्पना की कि मान लीजिये किसी क्षण उपरोक्त सिद्धांत से एक इलेक्ट्रॉन और पाजिट्रॉन कृष्ण विविर के मुहाने पर अस्तित्व में आये। तब एक स्थिति ऐसी भी हो सकती है कि इनमें से कोई एक तो विविर में गिर गया। स्मरण रहे यह इससे पूर्व ही हो गया कि वह युग्म के अन्य से विनिष्ट हो सके। इस भांति युग्म बना में बिना नष्ट हुए एक प्रतिकण दिक् तो में पलायन कर गया। यही बात बहुत सारी युग्मों पर लागू होती है। अतः कृष्ण विविर के पास बने इलेक्ट्रॉन पोजीट्रॉन जो कि पलायन कर गये वही संयोजित हो ऊर्जा में रूपांतरित होंगे। तो वस्तुतः चूंकि एक प्रतिकण कृष्ण विविर निगल गया और दूसरा न निगल सका इसलिए 'कुछ भी नहीं' से ही तो ऊर्जा उत्पन्न हो गई। भौतिक रूप में यह ऊर्जा 'कुछ भी नहीं'' से नहीं आ सकती है और एक मात्र संभावना यही बनती है कि यह कृष्ण विविर से प्राप्त होती हो। यह एक तरह से कृष्ण विविर की ऊर्जा का लूटना है। ऊर्जा का लूटना और द्रव्यमान का लूटना आइंस्टाइन के द्रव्यमान ऊर्जा समतुल्य समीकरण से एक ही बात है। अर्थात् कालांतर में कृष्ण विविर का युग्म उत्पादन क्रियाओं द्वारा लोप हो जायेगा। यह सिद्धांत ब्रह्माण्ड के आरंभ में बने—

सूर्य

हम जानते हैं कि ग्रहों के अध्ययन में पृथ्वी की भूमिका महत्त्वपूर्ण है, ठीक ऐसी ही बात सूय पर भी लागू होती है जब कि हम तारों का अध्ययन करना चाहते हैं। तारे हम से बहुत दूर हैं और प्रकाश भी उनका मद है। उनके बारे मे सीधे प्रेक्षण प्राप्त करने पर हमारी कुछ भौतिकीय सीमाएँ हैं। सौभाग्य से सूर्य जो कि एक सामान्य तारा ही है हमारे पास है। सूय के अध्ययन से ही हमने तारो के बारे मे बहुत सारी जानकारियां प्राप्त की हैं।

सूय प्रमुखतया हाइड्रोजन और हीलियम गैसो से बना हुआ है। ये गैसें सामान्य (उदासीन) अवस्था मे नही हैं बल्कि प्लाज़मा अवस्था मे हैं। सूय की ऊर्जा केंद्र में हो रही नाभिकीय अभिक्रियाओ के कारण है। केन्द्र मे दाब और तापमान दोनों मान अत्युच्च हैं। सूय के जिस भाग का हम प्राय अध्ययन करते हैं वह तो सूर्य का वातावरण है। सूय के केंद्र से बाहर तक ऊर्जा विकिरण प्रक्रिया द्वारा ही आती है।

सूय के कुछ महत्त्वपूर्ण आंकड़े

औसत दूरी	149 597,892 किलोमीटर
द्रव्यमान	333 400 $\times$ पृथ्वी का द्रव्यमान
	1,99 $\times 10^{30}$ किलोग्राम
फोटो स्फीयर व्यास	109 गुना पृथ्वी का व्यास
(प्रकाश मण्डल)	1 39 $\times 10^{9}$ मीटर
घनत्व	1 41 ग्राम/से मी ^{3}
दीप्ति	3 8 $\times 10^{26}$ वॉट

कुछ गुणों की दृष्टि से सूय को हम तीन भागो में विभाजित करते हैं प्रकाश-मण्डल या फोटोस्फीयर (Photosphere) क्रोमोस्फीयर (Chromosphere) या वर्ण-मडल और कोरोना (Corona) अथवा किरीट।

प्रकाश मण्डल—सूय म टिक्ने को यही भी ठोस सतह नहीं है। गस है जिसका घनत्व भ दर से बाहर की ग्रोर घटता जाता है। सूय में हम जो पारदर्शी नजर आता है यह उसका बाह्यतम भाग वातावरण है। फोटोस्फीयर या प्रकाश मण्डल वह भाग कहलाता है जिसके भीतर नही देखा जा सकता है। प्रकाशमण्डल से नीचे की गसें अपारदर्शी हैं। जो केंद्र से विकिरण उत्सर्जित होते हैं उन्हें ये गसें अवशोषित कर पुन उत्सर्जित करती हैं। इस तरह उत्सर्जित हुए प्रकाश का विश्लेषण करने पर वहां का दाव घनत्व और तापमान के मान प्राप्त किये जाते हैं। फोटोस्फीयर समरुप नही है। वहा सूय धब्बे भी (Sun Spots) हैं।

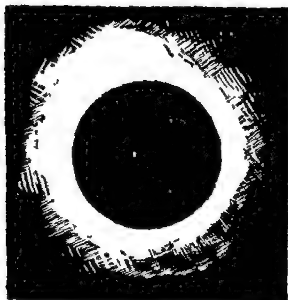
सूय के वणक्रम मे पृथ्वी पर पाये जाने वाले तत्त्वो मे से साठ के लगभग पाये गये हैं। अ य तत्त्व भी हो सकते हैं जिनकी मात्रा बहुत ही कम होनी चाहिए। अधिकाश तत्त्व परमाण्विक अवस्था मे हैं। परन्तु लगभग अठारह तत्त्व अणु की अवस्था मे हैं। सूय का 75% द्रव्यमान हाइड्रोजन है 23% हीलियम और शेष तत्त्व 2% ही हैं। जसा कि हमने जाना सूय का फोटोस्फीयर समतल नही है। यत्रो से देखने पर वह दानेदार दिखलाई देता है। ये दाने दरअसल गम गैसो के स्तम हैं जो कि केंद्र से बाहर की ओर वृहद् बुलबुलो की तरह उठते हैं।

वण मण्डल—गसें उपयु क्त फोटोस्फीयर को पार कर पारदर्शी क्षेत्र म पहुचती हैं। फोटोस्फीयर से लगता हुआ बाहर का क्षेत्र वणमण्डल या क्रोमोस्फीयर कहलाता है। क्रोमो का अथ रगीन होता है अत वस्तुत यह रगीन गोला है। ग्रहण के समय इसको देखा जाता है। उस समय फोटोस्फीयर तो चद्रमा से ढका होता है और वणमण्डल से प्रकाश आ रहा होता है इसलिए तब लिया गया फोटोग्राफ रगीन होगा। क्रोमोस्फीयर 2 से 3 हजार किलोमीटर मोटाई का है। यहा से जसे जसे बाहर आते है गैसें हल्की होती जाती हैं मगर तापमान मे वृद्धि होती है।

किरीट—सूय का बाह्यतम भाग किरीट अथवा कोरोना कहलाता है। किरीट फोटोस्फीयर से लाखो मीलो तक फला हुआ है। फोटोस्फीयर की चौंध के कारण कोरोना सामान्यतया नजर नही आता है मगर पूण सूय ग्रहण पर इसे देखा जा सकता है। कोरोना मे गस घनत्व तो कम है परन्तु वह अत्यन्त गम है। किरीट के आधार पर परमाणुओं की सख्या 10^9 परमाणु/सेमी^{3} है। तुलना के लिए हम जानें कि पृथ्वी पर वायुमण्डल के कारण यह मान 10^{19} परमाणु/सेमी^{3} है। कोरोना मे तत्त्व पूणत आयनीत अवस्था मे हैं अर्थात् वहाँ तापमान का मान अत्यधिक है।

आशा के विपरीत कोरोनो और क्रोमास्फीयर मे तापमान के ऊँचे मान हमे आश्चय में डालते हैं। ऐसा इसलिए क्योंकि फोटोस्फीयर जहाँ नाभिकीय प्रक्रियाए हो रही हैं वहा का तापमान 6000 K है आखिरकार इसका क्या कारण

हो सकता है ? इसके लिए चुम्बकीय क्षेत्र उत्तरदायी है। वस्तुत चुम्बकीय क्षेत्र



सूर्य किरीट

अपने मे ऊर्जा सग्रहीत कर बाहर के भाग को देता है जहाँ पर यह गतिज ऊर्जा आदि मे रूपान्तरित हो उच्च तापमान पैदा करती है।

सौर पवन

ईस्वी सन् 1832 मे ही वैज्ञानिको ने प्रतिपादित किया था कि पृथ्वी पर अनुभव की जाने वाली चुम्बकीय आधी सौर कलक (धब्बे) सक्रियता के कारण है। सूय मे जब सौर धब्बे या कलक विशेष तौर पर सक्रिय होते हैं तो पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र प्रभावित होता है दिक सूचक सुई मे हलचल नजर आने लगती है। अब तो हम जानते हैं कि रेडियो मे व्यवधान और वायुमण्डल मे नजर आने वाली दीप्ति इन्ही सौर कलको के कारण है। प्रकाश सम्बन्धित परिवतन पृथ्वी पर हमे 8 मिनट बाद नजर आते हैं जबकि सौर पवन जिसमे प्रोटॉन और इलेक्ट्रान की कुछ मात्रा होती है उसमे उत्पन्न प्रभाव हम तक लगभग 400 किमी/सेकण्ड की गति से पहुचता है। सौर-पवन मूलत सूय किरीट का फैलाव है। सूय की सक्रियता मे हर 22 वष मे परिवतन पाया गया है। सूय कलकों मे विद्यमान गस ठण्डी है सम्भवतया 1000 से 1500K तापमान की। इन सूय कलको की आयु कुछ घन्टो से कुछ महीनो की पाई गई है। ये काफी बडे होते हैं और कुछेक तो पृथ्वी के व्यास से भी बडे होते हैं। पृथ्वी की आधी की भाति ये सूय की सतह पर आगे बढते नजर आते हैं। इनकी

संख्या बढ़ने का भी एक काल है। 11 1 वर्ष के अन्तराल के बाद सूर्य कलंक संख्या में अधिक नजर आते हैं।

चुम्बकीय क्षेत्र की मात्रा में परिवर्तन के कारण ही सूर्य की सक्रियता है। सूर्य के वर्णक्रम की जांच पर (जीमन प्रभाव को उपयोग में लेकर) हमें दो तरह के चुम्बकीय क्षेत्र का पता लगता है। एक तो सूर्य स्वयं के कारण और दूसरा सौर धब्बों के कारण। पिछला क्षेत्र मात्रा में अधिक मान का है। एक विलक्षण बात यह है कि सौर धब्बे जब जोड़े में नजर आते हैं तो यदि एक धब्बे की ध्रुवणता दक्षिणी है तो दूसरे की ध्रुवणता उत्तरी होती है। सौर धब्बों के एक चक्र में उत्तरी गोलार्द्ध के धब्बों की ध्रुवणता दक्षिणी गोलार्द्ध के धब्बों की ध्रुवणता के विपरीत होती है। यह ध्रुवणता 11 1 वर्षों बाद बदलती है। इसलिए सौर सक्रियता चक्र ग्यारह वर्ष का न मानकर चुम्बकीय तौर पर 22 वर्ष लम्बाई का माना गया है। सौर सक्रियता और पृथ्वी पर तीव्र दीप्ति (aurora) में सम्बन्ध सुस्पष्ट है। सूर्य से आये आवेशित कणों के पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र में प्रवेश पाने के बाद वायुमंडल से टकराने पर उत्तरी (और दक्षिणी) गोलार्द्ध की यह दीप्ति है। पेड़ प्रतिवर्ष अपने तने में एक गांठ या छल्ला बनाता है। इन छल्लों की परीक्षा से सौर सक्रियता का अध्ययन किया जाता है। वस्तुतः जब सूर्य में सक्रियता कम होती है तब पृथ्वी के वायुमंडल में रेडियो सक्रिय कार्बन–14 की उत्पत्ति में भी कमी आती है। यह परिवर्तन पेड़ के छल्लों में भली भांति पहचाना जा सकता है।

सूर्य का केन्द्र

सूर्य के केन्द्र की जानकारी दो तरह के प्रेक्षणों से प्राप्त होती है। एक तो केन्द्र से उत्सर्जित न्यूट्रिनों से दूसरी सूर्य की 'धड़कन' से। सूर्य भी एक परिवर्ती धड़कता तारा जैसा ही है। यह धड़कनें बड़ी क्षीण तीव्रता की हैं। सूर्य की सतह में कापनिक गति भी पाई गई है। सूर्य की सतह पर ऐसे क्षेत्र हैं जिनके व्यास 5000 से 15000 किलोमीटर हैं। और उसका कम्पन काल 5 मिनट के आसपास है। ये सब बातें सूर्य के भीतर हो रहे परिवर्तनों की जानकारी देती हैं। इन्हीं के आधार पर क्रोड का दाब, तापमान घनत्व जाना गया है। यह अध्ययन सौर साइसमोलोजी (Solar Seismology) कहलाता है।

सूर्य पर मुख्य चर्चा पूरी करने से पूर्व हम सूर्य के विकासक्रम के बारे में कुछ और जानकारी प्राप्त करना चाहेंगे। सूर्य की वर्तमान अवस्था मुख्य धारा की अवस्था कहलाती है। इस मुख्य धारा में आने के लिए सूर्य को सकुचित हुए करोड़ों वर्ष लगे हैं। इस स्थिति में पहुचकर सूर्य की चौंध में 30 से 50 प्रतिशत तक की वृद्धि हुई है। मगर इससे पृथ्वी के तापमान में विशेष अन्तर नहीं आया है। इसकी

प्रतिपूर्ति पृथ्वी के वायुमंडल मे आये बदलाव के कारण से हुई है। मुख्य धारा के 4 से 5 अरब वर्षों मे सूय की अपनी हाइड्रोजन का वह हिस्सा जो केन्द्र मे था समाप्त हो गया। इसका अर्थ यह नहीं कि केन्द्र मे अब हीलियम ही हिलियम है। लाल भीमकाय तारा बनने मे सूय को कितना समय लगेगा यह निश्चित तौर पर नहीं कहा जा सकता। मगर यह सुज्ञात है कि अपनी मुख्य धारा का आधा काल व्यतीत हो चुका है। अर्थात् सूय की बनावट मे कोई विशेष बात तो 5 अरब वर्षों के बाद ही होगी।

सौरमण्डल का भविष्य

पाँच अरब वर्षों बाद सूर्य के विकास की दिशा लाल भीमकाय तारे की ओर होगी। उस स्थिति में सूय इतना विस्तार पा लेगा कि उसका फोटोस्फीयर मगल की कक्षा तक पहुच सकता है। निश्चय ही ऐसे समय मे पृथ्वी का वाष्पीकरण हो जायेगा। *गणना करने पर हम पाते हैं कि तब पृथ्वी सर्पिल गति करती हुई सूय के* केन्द्र की ओर खिची चली जायेगी। इस अतिदूर भविष्य मे पृथ्वीवासी ने कहीं अन्यत्र बसेरा डाल दिया तो वह पायेगा कि इस सदी के अधिकाश तारे बुढापे के मारे सफेद बौने हो चले। हा नये तारे तब युवा हो जायेंगे। इस भाँति मदाकिनी अपना स्वरूप बनाये रखेगी।



सौरमण्डल के अन्य घटक

उल्कापिण्ड ठोस वस्तुए हैं जो अ तराकाश से पथ्वी के वायुमडल मे प्रवेश करती हैं। वे बहुत वेग से पथ्वी के वायुमडल मे प्रवेश करती हैं अतएव घषण द्वारा वाष्पित हो जाती हैं। इस चमचमाती वाष्प द्वारा उत्सर्जित प्रकाश एक चलायमान तारा दिखलाई देता है। यह कुछ सेकण्ड मे ही बुझ जाता है। सामा य भाषा म ऐसा होना प्राय तारा टूट गया कहलाता है। अ धेरी रात्रि मे आधा दजन से अधिक उल्कापिण्ड देखे जा सकते हैं। उल्कापिण्ड जहाँ नजर आता है वह स्थान लगभग एक सौ किलोमीटर की ऊँचाई पर होता है। जब ये अस्सी किलोमीटर की ऊँचाई पर पहुच जाते हैं तो टुकडे-टुकडे हो जाते हैं। सामा य उल्का पिण्ड मटर के दाने जितना पाया जाता है। अनुमान है कि पथ्वी के वायुमडल मे उल्कापिण्डो के कारण जो सामग्री आ रही है वह एक सौ टन होगी।

उल्कापिण्ड

प्राय आधी रात्रि बाद ही उल्कापिण्ड अधिक दिखलाई दते हैं। कुछ ऐसा समय भी होता है जबकि उल्का की फुहार नजर आती है। यह वस्तुत अ तरा काशीय धूल है। तो यह धूल लगातार कहा से आती होगी ? ऐसा अनुमान है कि इस अ तराकाशीय पदाथ की प्रतिपूर्ति धूमकेतुओ द्वारा होती है। उल्का पिण्ड का घनत्व मान पानी के जितना होता है। यदि एक किलो ग्राम उल्कापिण्ड का ढेर कही रखें तो वह अपने भार से ही बिखर जायेगा।

प्रकृति द्वारा सजाये गये आदिम प्रतिदर्शों मे एक उल्कापिण्ड (meteorite) जो कि सौरमडल रचना के आरम्भिक और मौलिक साक्ष्य हैं। उ नीसवी सदी से पूव उल्का-पिण्डो का कोई वज्ञानिक महत्व नहीं था और अ धविश्वासवश वे डरावनी वस्तुए थी जो कि पृथ्वी पर आकाश के कोप का भविष्यकथन करती थी। अब तो वस्तुत उल्कापिण्ड प्रागतिहासिक काल के अत्यावश्यक रिकाड हैं। भौतिक गुणो की दृष्टि से उल्कापिण्डो को तीन मुख्य प्रकार मे बाटा गया है-(1) वे जिनमे लोह-निकल की

मात्रा अधिक है (ii) वे जो कि पत्थर हैं जिनमे सिलिकेट की मात्रा अधिक है (iii) वे जो कि पहले दो तरह की पर्याप्त मात्रा मे पृथ्वी के विविध उल्कापिण्ड सग्रहालयो में उपलब्ध नही हैं मगर इक्के-दुक्के अवश्य पाये जाते हैं पत्थर लोह अर्थात् दोनो का मिला-जुला रूप।

नसर्गिक तौर पर पृथ्वी पर शुद्ध रूप मे अर्थात अनऑक्सीकृत लोह उपलब्ध नही है। अत यदि हमें वह पृथ्वी पर मिलता है तो उसके उपलब्ध होने के दो ही कारण हो सकते हैं। या तो वह मनुष्य द्वारा निर्मित हो अथवा वह इस पृथ्वी पर अन्यत्र से आया हो। लोह-निकल उल्कापिण्ड पृथ्वी पर दिव् मे ही आये हैं। रेडियोएक्टिव विधि द्वारा ज्ञात करने पर (अर्थात् रेडियोएक्टिव समस्थानिको से तुलना करने पर) इनकी आयु प्राय 4 5 अरब वर्ष आती है। यह उम्र सौरमण्डल की है। इन उल्कापिण्डो मे वे प्रकार जो कि दाव और ताप के उच्च मानो से नही गुजरे आदिस्वरूप (primitive) कहलाते हैं दूसरे अवकलित (differentiated) हैं जिनमे भौतिक के साथ साथ रासायनिक रूपान्तरण भी हुआ। अश्मादमिक रुचि के एक और भी हैं कार्बोनेसियस (Carbonaceous) जिनमे कार्बन आदि पाया जाता है।

सौरमण्डल के अध्ययन से प्राप्त जानकारियो पर ध्यान दें तो हम इसके विभिन्न घटको सबधित तीन मुख्य बातें पाते हैं जिन्हें सुविधा की दृष्टि से प्रतिबध नाम दिया गया है। (I) सारे ही पिण्ड सूर्य की परिक्रमा करते हैं। उनकी परिक्रमा की दिशा भी एक ही है। वे उसी तल मे घूर्णन करते हैं जो कि स्वय सूर्य का है। यह गति की प्रतिबन्ध कहलाता हैं। (ii) रासायनिक सरचना की दृष्टि से बृहस्पति और शनि मे वे ही तत्त्व हैं जो कि तारों में अथवा सूर्य मे हैं। अर्थात् इनमें भी हाइड्रोजन और हीलियम है। सौरमण्डल के अन्दर के ग्रह सिलिकेट और धातुए हैं जबकि बाहरी हल्के पदार्थों के। यह रासायनिक प्रतिबध है। (iii) पृथ्वी और चन्द्रमा 4 5 अरब वर्ष के हैं। सैद्धांतिक गणनाओ से सूर्य की आयु भी यही बठती है। अर्थात् सूर्य और ग्रहादि साथ साथ ही बने। यह उम्र प्रतिबध कहलाता है।

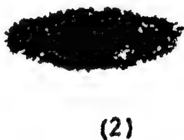
सौरमण्डल का इतिहास

समझा जाता है 4 5 अरब वर्षों पहले गर्म वाष्प के घूर्णन करते हुए बादल से सौर मण्डल का गठन हुआ। इस धारणा की सर्वप्रथम कल्पना जर्मन दार्शनिक इमानुअल काण्ट ने लगभग 2000 वर्ष पूर्व की थी। इसे सही वैज्ञानिक प्रारूप फ्रांसीसी खगोल शास्त्री लेप्लास ने दिया। यह निहारिका (या नेबूला) प्राक्कल्पना कही जाती है। इसके अनुसार सौर निहारिका जैसे ही सकुचित हुई तो वहा तापमान

में गुरुत्वाकर्षण के कारण पर्याप्त बढ़ोत्तरी हुई। इस संकुचित बादल की घूर्णन गति बढ़ती गई। यह बादल फिर तश्तरीनुमा हो गया। चक्रण करती इस तश्तरी के



(1)



(2)



(4)



(3)

केन्द्र में शनै-शनै नाभिकीय अभिक्रियाएं आरम्भ हुई और इस भांति सूर्य का जन्म हुआ।

जब सौर निहारिका में वांछित गुरुत्वीय ऊर्जा नहीं रहती कि वह गर्म रह सके तो वहां ठण्डा होना आरम्भ होता है। नवनिर्मित सूर्य तो नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा पोषित है मगर अन्यत्र? निहारिका के ठण्डा पड़ते समय गैसें रासायनिक अभिक्रियाएं कर नया यौगिक बनाती हैं। ये शनै शनै एकत्र होते हैं और द्रव बूंदें या ठोस कण बनाते हैं। पहला पदार्थ जिसने कण रूप लिया होगा वह धातु और चट्टानों की रचना के लिए आवश्यक सिलिकेट होगा। जहां तापमान कम होगा वहां ऑक्सीजन हाइड्रोजन के साथ संयोजित हो कर बर्फ-पानी में आ गई। कार्बन और नाइट्रोजन ने हाइड्रोजन से संयोजन कर मीथेन और ऐमोनिया बनाई। इस भांति क्रमगत रूपान्तरण से हमें सौरमण्डल की आधारभूत रासायनिकी का पता चलता है।

ग्रहों की रचना के बारे में रूसी वैज्ञानिक साफरोनोव का सिद्धान्त पर्याप्त रूप से आकर्षक है। उनके अनुसार ठोस कण जो कि सौर निहारिका में सघनीत होते गये वे बड़ी और बड़ी आकृति बनाते गये। इस भांति सारा ही ठोस पदार्थ

लघु पिण्डों में वितरित हो चला। कालान्तर मे दो नजदीकी लघुपिण्ड गुरुत्वाकर्षण बल के कारण एक दूसरे के समीप आकर एकाकार हो गये। इस भाँति आकार वृद्धि होती गई। मूलत चार केन्द्र तब बने थे जिनसे बुध शुक्र पृथ्वी और मगल बने। फिर भी लगभग दजन भर आकार मे हमारे चन्द्रमा से बड, बिखरे ही रहे जो कि कालान्तर में समीप आते रहे।

अब हम भीमकाय पिण्डो की रचना की ओर आते हैं। इन भीमकाय पिण्डो के संघटक पदार्थ तो वे ही थे जो कि सूर्य में रहे मगर इनका आकार सूर्य की अपेक्षा छोटा था। इनके केन्द्र मे वह दाब और ताप नही बन सका कि नाभिकीय अभिक्रिया आरम्भ हो जाय। ये कुछ वर्षों तक लाल रंग से प्रकाशित रह कर ठण्डे होते गये और इनका स्वय का कोई ऊर्जा स्रोत नही रहा। इन भीमकाय ग्रहो की ऐसी स्थिति में पहुचने के बाद सूर्य कुछ ऐसे क्रम से गुजरा कि तब बहुत अधिक मात्रा मे सौर-पवन उत्पन्न हुई। इन वेगवती लपटो ने वायुमण्डल मे जो तप्त प्लाज्मा (आयनीत गस) विद्यमान था उसे दूर दूर तक बहा दिया। इससे सौरमण्डल के ग्रहो पर तो मामूली प्रभाव ही हुआ परन्तु अन्तराकाश मे स्वच्छता आ गई।

सक्षेप मे आरम्भ की सौर निहारिका का अपघटन एक सितारे (सूर्य) कुछ पिण्डों के निर्माण मे और कुछ छोटी-छोटी पिण्डिकाओ के रूप म हुआ। पिण्डो मे पदार्थ हैं चट्टान और धात्वीय तत्त्व, कुछ गैसें और बर्फ। मगर विस्तृत अध्ययन पर हमे अन्तर स्पष्ट नजर आते हैं। इन बातो की चर्चा हम अन्य अध्यायो मे करेंगे।

क्षुद्रिकाए

अब हम पुन अपने मूल विषय पर लौटते हैं। क्षुद्रिकाए और धूमकेतु सौर-मण्डल के उल्काओ के अतिरिक्त घटक हैं। एक तरह से यह सौरमण्डल का कचरा है फिर भी उपयोगी जानकारियां देता है। क्षुद्रिकायें (asteroids) वे छोटे छोटे पिण्ड हैं जो कि नियमित परिक्रमा करते हैं। धूमकेतु भी आकार मे तो छोटा ही होता है परन्तु लम्बी पूंछ रखता है। क्षुद्रिकाए ठोस पदार्थ चट्टानो से बनी है जबकि धूमकेतु मुख्यतया पानी-बर्फ और अन्य पदार्थ जो कि वाष्प रूप मे हैं से बना होता है। इन पदार्थों का मूल आदि है और कालान्तर मे इनमे कोई विशेष भौतिकीय या रासायनिक परिवर्तन नही हुआ है। अधिकाश क्षुद्रिकाओ की कक्षा मगल और बृहस्पति के मध्य है। अभी तक लगभग 4000 क्षुद्रिकाओ की कक्षा का पता लगाया जा चुका है। इनके नाम प्राय ग्रीक देवियो के नाम पर रखे गये हैं। यह अनुमान लेने के लिए कि इनकी अन्तराकाश मात्रा कितनी अधिक है हम कुछ आकडो पर

करते हैं। एक लाख क्षुद्रिकाए तो वे हैं जिनका व्यास एक किलोमीटर से अधिक है। सबसे बडी क्षुद्रिका सिरेस का व्यास एक हजार किलोमीटर है। दो लगभग पाच सो और तीस तो ऐसी हैं जिनका व्यास 200 किमी होगा। क्षुद्रिकाए सूय के चहु फेर पश्चिम से पूव की ओर अर्थात् उसी दिशा मे परिक्रमा करती हैं जसे कि ग्रह। नब्बे प्रतिशत क्षुद्रिकाए एक मुख्य पट्टी मे हैं। इस पट्टी का आयतन काफी है। क्षुद्रिकाए विभिन्न रगो की पाई गई है। अधिकतर इनमे काली हैं फिर भी बहुत सारी चमकीली है। क्षुद्रिकाए मुख्यतया सिलिकेट और काबन से बनी है।

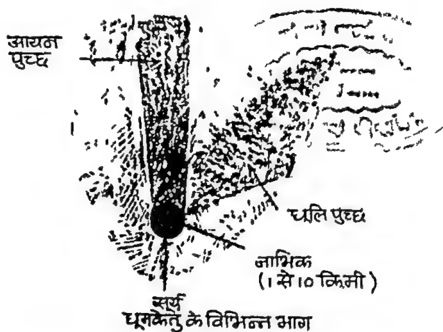
पदाथ की दृष्टि से क्षुद्रिकाओ को तीन वर्गों मे बांटा गया है। सी क्षुद्रिकाए वे हैं जिनमे काबन प्रमुखतया है। एस क्षुद्रिकाए वे हैं जिनमे सिलिकेट खनिज अधिकता मे है एव एम-क्षुद्रिकाओ मे धातु की अधिक मात्रा है। एक क्षुद्रिका जिसका नाम वेस्टा (vesta) है उसे नग्न आखो से भी देखा जा सकता है क्योंकि उसम पर्याप्त चौंध है। इसकी सतह बेसाल्ट चट्टान की है। अर्थात् उसके धरातल पर कभी कोई ज्वालामुखी रहा होगा। पृथ्वी पर आने वाले उल्का पिण्डो के बारे मे अनुमान है कि वे क्षुद्रिकाओ से आते होंगे। पृथ्वी पर प्राप्त कुछेक उल्काए क्षुद्रिका वेस्टा से आई लगती हैं। इन्हें यूकराइट (Eucrite) नाम दिया गया है। मूल पट्टी से दूरी पर भी क्षुद्रिकाए हैं और कुछ उससे नजदीक भी टॉर्जान (Torjan) मुख्य पट्टी से पर्याप्त दूरी पर है। जबकि सबसे दूर स्थित क्षुद्रिका किरान (Chiron) है।

इन क्षुद्रिकाओ मे से कुछेक पृथ्वी के समीप आती हैं। हजारो वर्षों म कभी कभार कोई पृथ्वी से टकरा जाती है और तब बहुत बडा गडढा बन जाता है। प्रेक्षण से पता चलता है कि पृथ्वी की ओर आ रही क्षुद्रिकाओ की कक्षा अस्थिर है। अभी तक 50 के लगभग ऐसी क्षुद्रिकाए पहचान ली गई हैं जो हमारी धरती की ओर अग्रसर हैं।

धूमकेतु

ज्योतिष के अनुसार धूमकेतू (Comets) का दिखना अपशकुन माना गया है। इन्हें भी उपयोगी आकाशीय पिण्डो की गिनती से लेना तो हाल ही की बात है। एक धूमकेतू की आकृति चमकदार बिन्दु और लम्बी पूछ की होती है। धूमकेतू आकाश मे अपना स्थान बदलते रहते हैं। वे अनुमानित समय पर प्रकट हो जाय ऐसा भी नही पाया गया है। मगर धूमकेतू सौरमण्डल की उत्पत्ति की जानकारी देने वाली वस्तुओं मे से प्रमुख हैं। न्यूटन के मित्र एडमण्ड हैली ने धूमकेतुओ पर शोध काय किया था। एक धूमकेतू के बारे म उन्होंने घोषणा की थी कि वह अमुक

वर्षों मे फिर से प्रकट होगा वह नियमित रूप से उन वर्षों दिखलाई देता रहा है। यही हैली धूमकेतु 1985-86 मे फिर से दिखा था। यह धूमकेतु 76 वर्षों बाद धरती से दिखलाई देता है। हमे लगभग एक हजार धूमकेतुओं की जानकारी है। हैली की भांति ही एक अन्य धूमकेतु रिगोलेट (Rigollet) है जो कि 151 वर्षों के अंतराल पर दिखलाई देता है। एन्के (Encke) नामक धूमकेतु के पुन आने का काल तो 303 वर्ष है।



धूमकेतु के विभिन्न भाग

संरचना की दृष्टि से कोई भी दो धूमकेतु एक से नहीं होते हैं। धूमकेतु का मुख्य भाग नाभिक है जो ठोस होता है वह प्राय दिखलाई नहीं देता है। एक धूमकेतु का अपना क्षयमरणशील वायुमण्डल होता है। सूर्य के प्रकाश से यही प्रकाशित होता है। चूँकि ये छोटे पिण्ड हैं इनके पलायन वेग का मान बहुत कम है। अतएव जो वायुमण्डल हमें नजर आता है वह वहां से हटता रहता है। अतएव उसकी प्रतिपूर्ति हेतु अन्यत्र से वायुमण्डल वहां आना चाहिए। दरअसल वायुमण्डल का स्रोत धूमकेतु का शीर्ष है। यह शीर्ष या नाभिक ही वह मूल स्थान है जहां कि आदिकालीन पदार्थ भरा है। नाभिक म मुख्यतया पानी, बर्फ सिलिकेट के कंकड़, धूलि आदि हैं। इसे गंदी हिम गेंद' कहा जाता है। पृथ्वी पर कोई भी अवशेष ऐसा नहीं है जो कि धूमकेतु से प्राप्त हो। हाल ही म एक अंतरिक्ष यान जिस पर

धूमकेतु की धूलि दिखी थी उसके प्रेक्षण लिये गये हैं। इससे पता चला कि धूमकेतु का नाभिक काला पिण्ड है।

हैली धूमकेतु

हैली कॉमेट पर 1986 मे लिये गये प्रेक्षणो से कई रोचक जानकारियां प्राप्त हुई हैं। इसकी आकृति 14 किलोमीटर से 8 किलोमीटर है। यद्यपि मापन तो सभव नही है परन्तु अनुमान किया जाता है कि इसका द्रव्यमान पृथ्वी के द्रव्य मान का लगभग 10^{-10} गुना होगा। धूमकेतु के नाभिक से उत्सर्जित गस 1 किलो मीटर/सैकण्ड की गति से दूर जा रही है। यह बडे घेरे म फलते है। सूर्य से उत्सर्जित पराबगनी किरणो से प्रतिक्रिया मे धूमकेतु क वायुमण्डल की गस के अणुओ का विघटन हाता है। ये वर्णक्रम पदार्थ की जानकारी देते हैं। हैली म 80 प्रतिशत पानी कुछ मात्रा में कार्बन डाइ ऑक्साइड और दूसरी गसें पाई गई हैं।

पुच्छ

जब धूमकेतु सूर्य की ओर बढता है पुच्छ नजर आती है। इसम धूमकेतु के वायुमण्डल की गसें हैं। पुच्छ सदव सूर्य से दूर रहती है। इससे लगता है कि पुच्छ पर कोई प्रतिकर्षण बल लग रहा है। पहला बल जो कि उत्तरदायी है वह है सौर पवन सौर का प्लाज्मा (आवेशित गस) धूमकेतु के प्लाज्मा से प्रतिक्रिया करता है। इस भांति धूमकेतु का प्लाज्मा 400 किमी/सकण्ड की दर से दूर होता है। कुछ धूमकेतुओ की दुम तो 15 करोड मील तक फली हुई पाई गई है। कुछ धूमकेतुओं की दो दो पुच्छ भी देखी गई हैं। रचना की दृष्टि से ये एक दूसरे से अलग तरह की होती है। एक प्लाज्मा पुच्छ होती है जबकि दूसरी धूलि पुच्छ। प्लाज्मा दुम तो सीधी होती है मगर धूलि वाली मुडी हुई होती है।

धुमकेतु के बादला के वैज्ञानिक आकडे एकत्रित करने हेतु दो रूसी अतरिक्ष यान वेगा 1 और वेगा 2 मार्च 6 और 9 1986 मे भेजे गये थे। वे धूमकेतु के वायुमण्डल मे काफी दूरी तक चले गये थे। नाभिक से इनकी दूरी 800 किलोमीटर थी इन्होने नाभिक के दो उभार प्रेक्षित किये। वहा से फुहार के रूप म कुछ बाहर आ रहा था। इन दोनो अतरिक्ष यानो को धूलि और अन्य पदार्थों से पर्याप्त नुकसान पहुचा। इन खोजो से पता चला कि धूलि मे सिलिकेट की तुलना म कार्बन और हाइड्रोकार्बन की अधिकता है।

धूमकेतु की उत्पत्ति

वसे तो धूमकेतु सौरमण्डल के सदस्य हैं परन्तु उन पर किए गये अन्वेषण यह बतलाते हैं कि ये मूलत कहीं बहुत दूर से आये हैं। सन् 1950 मे एक डच वज्ञानिक ऊट ने धुमकेतू अवतरण का सिद्धान्त दिया था। इसी सिद्धान्त को अब भी मान्यता प्राप्त है।



सूर्य ग्रह और धूमकेतु

सौर परिवार

हमारा सौरमण्डल मुख्य रूप से सूय और तुलनात्मक रूप से अन्य छोटी वस्तुओ से बना हुआ है । प्रयोगो और प्रेक्षणो से हम इसी निष्कष पर पहुचते हैं कि ये सारी वस्तुए और सूय एक साथ ही अस्तित्व में आये । गम गैस और धूलिका का एक बादल था शुरू में जो ठण्डा होने पर फैला और पदार्थों के समूह बनते गये। इस वृहद् गम बादल का केंद्र जहा था वही स्थान सूर्य का है ।

सूर्य

सूय अपनी तरह का एक अनूठा तारा है । इसके रासायनिक घटक वे ही हैं जो पृथ्वी की रचना करते हैं अथवा अन्य आकाशीय वस्तुओ के हैं । इसके केन्द्र मे जिसे क्रोड कहते हैं विभिन्न नाभिकिय अभिक्रीयाए जारी हैं और वह तप्त है । सूय गैसीय अवस्था मे है और ऊष्मा तथा प्रकाश का उत्सर्जन मूलत केंद्र की अभिक्रियाओ के फलस्वरूप है। सूय का वह भाग जो कि दिखलाई देता है वह 1 392 000 किलोमीटर है । पृथ्वी के व्यास से 109 गुना इसका व्यास है । इसका आयतन तो पृथ्वी से दस लाख गुना से भी अधिक है। इसका द्रव्यमान पृथ्वी से 330 000 गुना है । सूय की सतह से निरतर सौर पवन उठती है जो कि इलेक्ट्रॉन और आयनित परमाणुओं की तीव्र प्रवाहमयी धाराए हैं ।

ग्रह

ग्रहो मे सबसे भारी भरकम तो बृहस्पति है । पृथ्वी को मिलाकर ग्रहो की सख्या नौ है । प्रत्येक बडा ग्रह अपना उपग्रह रखता है और कुछेक के तो वलय भी हैं । एक ही धरातल में यह ग्रह सूय की परिक्रमा कर रहे हैं। अब प्रत्येक ग्रह अपने अक्ष के चारों ओर घूणन करता है । अधिकांश स्थितियों म ग्रहो के घूणन की दशा वही है जो कि सूय के चारों ओर परिक्रमा की है। शुक्र एक अपवाद है। वह विपरीत दिशा मे घूणन करता है । बुध शुक्र पृथ्वी और मगल ये चार अदर के ग्रह कहलाते हैं । प्राय चद्रमा को भी इनमें गिन लेते हैं अत ये मिल कर पांच कहलाते हैं । ये चट्टानों से बने हुए हैं और इनमे सिलिकेट तथा धातुई पदार्थों की अधिकता है । बृहस्पति शनि यूरेनस वरुण और प्लूटो ये बाहरी पांच हैं । इनम से पहले चार तो

भीमकाय हैं जिनमें ठोस पदार्थ नही है। हल्के तत्व हाइड्रोजन और हीलियम की वहाँ बहुतायत है। केवल बुध और शुक्र के उपग्रह नही हैं। ज्ञात प्राकृतिक उपग्रहो की सख्या 56 है—शनि के 19, बृहस्पति के 16, यूरेनस के 15 वरुण के 2, मगल के 2 और पृथ्वी तथा प्लूटो के एक-एक। उपग्रहो की सख्या और अधिक भी हो सकती है।

सारणी

सौरमण्डल मे द्रव्यमान का विभाजन

वस्तु	द्रव्यमान
सूय	99 84
बृहस्पति	0 10
अन्य सारे ग्रह	0 04
धूमकेतु	0 01
उपग्रह और वलय	0 00005
क्षुद्र ग्रह	0 000002
उल्काए और धूलि	0 0000001

बृहस्पति के उपग्रह गेनीमेडे (Ganymede) का व्यास तो लगभग उतना है जितना कि मगल ग्रह स्वय का। शनि के वलयो (छल्लो) पर विस्तार से प्रेक्षण लिए गये हैं। नेप्चून के वलय का पता तो 1985 मे ही लग पाया। धूमकेतु ठण्डी गैस बर्फ और धूलि से बने हैं। ये अधिक उत्केंद्रियता (Eccelntricity) से सूय की परिक्रमा करते हैं। इनके विपरीत क्षुद्रिकाए हैं जो कि चट्टानी हैं। इनसे छोटे उल्का-पिण्ड हैं जिनका व्यास कुछ मीटर तक हो सकता है। सबसे छोटे कण हैं अतरग्रही गद या धूलि।

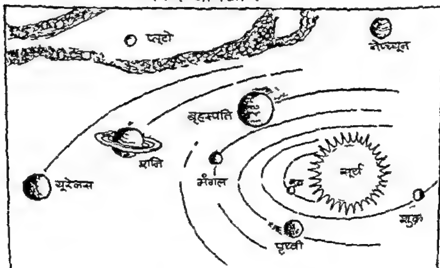
रसायन

पृथ्वी पर प्राकृतिक तौर पर विद्यमान तत्व या उनमे बने हुए यौगिक कम अधिक मात्रा मे प्राय सारे ही पिण्डो पर पाये जाते हैं। मगर आधिक्य के तौर पर हम तीन श्रेणियो मे विभाजित कर सकते हैं। (i) लोह एव निकिल धातु जो कि क्रोड या केन्द्र का निर्माण करते हैं। (ii) चट्टानें जो कि सिलिकान आक्सीजन मेग्निशियम लौह सल्फर आदि तत्व और उनके यौगिको से बनी है। (iii) बर्फ और जमी हुई गसें। इनमे से कुछ पानी कार्बन डाइ आक्साइड ऐमोनिया और मिथेन हैं। चू कि ग्रहों एव उपग्रहो पर हाइड्रोजन एव आक्सीजन दोनों ही गसें हैं

और ये रासायनिक तौर पर सक्रिय तत्व हैं अतः विभिन्न रासायनिक क्रियाओं के लिए इन गसो की मात्रा ही उत्तरदायी है। पृथ्वी के पलायन वेग के कारण हल्की गस हाइड्रोजन हमारी धरती के धरातल पर नहीं पाई जाती है। हमारे वायुमण्डल में आक्सीजन का वर्चस्व है अतः हम आक्सीकारक (Oxidised) वातावरण में हैं। सारे ही पार्थिक ग्रहों के पदार्थ कम अधिक तौर पर आक्सीकृत ही हैं। केवल स्मरण के लिए हम कहना चाहते हैं कि शुरू में पृथ्वी की वायुमण्डल से ही हाइड्रोजन (H) और आक्सीजन (O) मिलकर पानी (H_2O) बने होंगे। हाइड्रोजन अन्य तत्वों से संयोजित हो एमोनिया (नाइट्राजन और हाइड्रोजन का यौगिक), हाइड्रोकार्बन (हाइड्रोजन कार्बन के यौगिक) आदि बनाती है।

पृथ्वी ग्रह

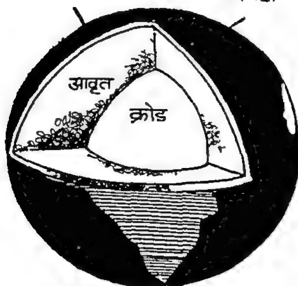
अन्य ग्रहों की तरह पृथ्वी भी चट्टानो और धातुओं से बनी हुई है। पृथ्वी का घनत्व 5 5 ग्राम/सेमी^{3} है। भूकम्प तरगो (Seismic waves) से पृथ्वी की आतरिक बनावट के बारे मे विस्तृत जानकारी मिलती है। भूकम्प जनित कपनो में। से कुछ पृथ्वी के तल के समानातर तरगें चलती हैं और कुछ त्रिज्यायी दिशा मे पृथ्वी की सबसे ऊपर की परत पपटी (Crust) कहलाती है। समुद्रीय पपँटी लगभग छ किलोमीटर मोटी है जो कि ज्वालामुखी सिलिकेट शिलाए जिन्हें बेसाल्ट कहते हैं•



की है। पृथ्वी के 55 प्रतिशत धरातल को ये शिलाए घेरे हैं। महाद्वीपीय पपटी जो कि 45 प्रतिशत क्षेत्र की है ज्वालामुखी स्रोत की मजबूत चट्टान ग्रेनाइट से बनी है। इसकी मोटाई 20 से 70 किलोमीटर है। द्रव्यमान की तौर पर यह ऊपरी पपटी

0 3% ही मान की है। मुख्य खण्ड जिसे कि आवृत (Mantle) कहते हैं यह पपड़ी के आधार से 2900 किलोमीटर अंदर की ओर है। सामान्यतया यह क्षेत्र ठोस अवस्था मे ही है फिर भी जितना दाब और ताप इस क्षेत्र मे है इससे यहाँ की चट्टानें कहीं-कहीं विकृत हो सकती हैं और यदि पिघली हैं तो प्रवाहित भी होती हैं। भीतर की ओर घनत्व का मान 3 5 ग्राम/सेमी³ से 5 ग्राम/सेमी³ तक हो जाता है। आवृत के ऊपरी हिस्से मे ही ज्वालामुखी उत्पन्न होते हैं। 2900 किमी की गहराई पर 600 किलोमीटर का क्रोड है। इसके ऊपरी हिस्से से विशेष भूकम्पीय तरगें नही गुजरती अत सभावना है कि यह भाग द्रव अवस्था मे हो भीतरी भाग ठोस है और अधिक घनत्व मान का है। यह मुख्यत लोह धातु का है फिर भी क्रोड मे निकल सल्फर आदि की भी मात्राएं पर्याप्त हैं।

पृथ्वी का क्रोड धातुई होने से यह स्पष्ट होता है कि प्रारंभिक अवस्था मे यह पिण्ड गम था और इसके सघटक पदाथ द्रवावस्था मे थे। जसे जसे उष्मा विकिरत होती गई तो भारी पदाथ केन्द्र की ओर सघनीत होते गये जबकि हल्के पदार्थ



पृथ्वी का भीतरी भाग

तरते रहे। इस भांति ठण्डे होने के क्रम में विभिन्न तलों की रचना होती गई। पृथ्वी के केन्द्र के बारे मे और जानकारी चुम्बकीय अध्ययनों से मिलती है। पृथ्वी का व्यवहार एक छड़ चुम्बक की तरह है। मगर पृथ्वी की धुरी (अक्ष) और चुम्बकीय

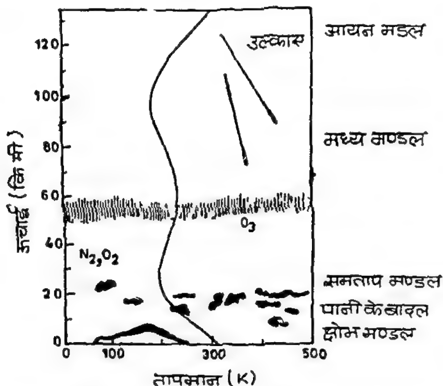
प्रक्ष सपाती न होकर कोण बनाए हैं। पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का प्रभाव दिक में है इसी कारण से बाहर से आते इलेक्ट्रान प्रोटॉन को यह रोके रखता है। अमेरिकी उपग्रह एक्सप्लोररने 1958 मे पृथ्वी के चारो ओर उपस्थित बक्ष चुम्बकीय मण्डल (Magnetosphere) का प्रेक्षण लिया था। भूमिशास्त्र के अनुसार अन्य ग्रहो की अपेक्षा हमारी पृथ्वी अधिक सक्रिय है। भूकम्प ज्वालामुखी अन्य ग्रहो पर भी हैं मगर उनकी शक्ति उतनी नहीं है जा कि पृथ्वी पर मिलती है।

दक्षिणी अमेरिका का पूर्वीतट और अफ्रीका के पश्चिमी किनारे को गौर से देखने पर ऐसा लगता है कि ये कभी जुड़े हुए एक ही होंगे और कालातर मे अलग हो गये। यह विशेषता 1915 में जर्मन वैज्ञानिक वेगनर ने नोट की थी। आज का महाद्वीपीय अपसरण का सिद्धान्त मूलत इसी प्रेक्षण की पुष्टि करता है। इस सिद्धान्त से यह समझा जाता है कि समुद्री पपटी और महाद्वीपीय पपटी चलायमान हैं। पर्पटी और ऊपरी आवरण एक दर्जन तश्तरियो (Plate) में विभक्त हैं और किसी वर्ग पहेली की तरह आपस में सटे जुड़े हैं। ये एक दूसरे से हट भी सकते हैं। यह चलायमान खण्ड स्थल मण्डल (Lithosphere) कहलाता है। इन प्लेटो की गति की गणना को हम 20 करोड़ वर्ष पीछे तक ले जाए तब ज्ञात होता है कि पृथ्वी के सारे महाद्वीप एक दूसरे से सटे हुए थे।

वायुमण्डल

गसे धूलि के अथाह समुद्र के पेंदे म हमारा निवास है। पृथ्वी के वायु मण्डल का भार 4×10^{5} किलो ग्राम है अर्थात् प्रतिवर्ग सेण्टीमीटर पर इस कारण 1003 किलोग्राम का बोझा है। ऊंचाई के साथ वायु पतली होती जाती है। निचले दस किलो मीटर मे जहाँ कि वायु की मात्रा प्रबल है इसे क्षोभ मण्डल (Troposphere) कहते हैं। यहाँ पृथ्वी से गर्म होकर वायु ऊपर उठती है और ऊँचाई से ठण्डी वायु नीचे की ओर आती है। यही बादल बनते हैं और मौसम निर्माण की स्थली भी यही है। अस्सी किलोमीटर तक इसरे ऊपर का खण्ड समताप मण्डल (Stratosphere) कहलाता है। इस ठण्डे क्षेत्र में बादल नही हैं। यहाँ मुख्यतया नाइट्रोजन (N_2) और आक्सीजन (O_2) है। समतापमण्डल के ऊपरी हिस्से मे ओजोन (O_3) गस है। सूर्य से आ रहे जीव के लिए घातक पराबैंगनी विकिरणों का अवशोषण समतापमण्डल के इस उपरी भाग मे हो जाता है। सौ किलोमीटर से ऊपरी भाग मे जहाँ कि गसें आयनीत हैं वह स्थान आयनमण्डल (Ionosphere) कहलाता है। यह वैद्युत् चालन क्षेत्र है। यहा से लंबे तरंगदर्ध्य की रेडियो तरगें परावर्तित होकर लौटती हैं।

पृथ्वी के धरातल पर 78% ऑक्सीजन 21% नाइट्रोजन 1% आर्गन और वाष्प अवस्था में पानी, कार्बन डाइऑक्साइड और कुछ गैसों की मामूली मात्रा है।



पृथ्वी के वायु मण्डल की संरचना

मिट्टी के कण भी क्षोभ मंडल में तैरते रहते हैं। आर्गन एवं नाइट्रोजन गैसें रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए निष्क्रिय हैं। ऑक्सीजन जीवन और अन्य दहन कार्यों के लिए महत्त्वपूर्ण है। पृथ्वी का तापमान (औसत 300K) जीवन के उत्तरदायी है। मौसम वायु मण्डल के परिवर्तन से है। आवश्यक ऊर्जा सूर्य से प्राप्त होती है अतः सूर्य से प्राप्त ऊर्जा के वायुमण्डल के विभिन्न भागों में अवशोषण से ही मौसम है। दशाब्दियों या शताब्दियों में आये परिवर्तन से वायुमण्डल पर जो मिलाजुला प्रभाव पड़ता है उसके कारण से ऋतु परिवर्तन आते हैं। इस समय हम ऊष्ण काल में हैं जो कि बहुत लम्बा काल नहीं है। उस काल के बाद हिमकाल (Ice age) आयेगा जबकि पृथ्वी की घूर्णन अक्ष झुक जायेगी और ठण्डक बढ़ जायेगी।

जीवन

धरती पर जीवन की निरन्तरता का रहस्य पृथ्वी में वातावरण म परिवतन के प्रति अनुकूलित होने की क्षमता है। वायुमण्डल आदि मे परिवतनों के अनुरूप जीव ढलता गया। इसी कारण से उसका अस्तित्व बना हुआ है। दूसरी ओर जविक पदार्थों के होने से पृथ्वी की नसर्गिकता मे महत्त्वपूरण परिवतन आये हैं। जसा कि आज शुक्र अथवा मगल की परिस्थितियां हैं कुछ वसे ही जीवन के उद्भव से पूव पृथ्वी की थी। यहाँ काबन डाइआक्साइड और काबन मोनोऑक्साइड की बहुतायत थी। वायुमण्डल मे ऑक्सीजन की मात्रा तो पौधा द्वारा विशेष क्रिया प्रकाश सश्लेषण (Photo synthesis) के होने से आई। जीवोत्पत्ति के लिए आवश्यक काबन यौगिकों के बनने मे तो हाइड्रोजन आधिक्य का वातावरण चाहिए ताकि एमोनिया (NH_3) मीथेन (CN_4) बन सके। मीथेन एव अमोनिया अधिक काल तक वायुमण्डल मे युक्त रूप मे नहीं रह सकते हैं। सूय मे उपस्थित अधिक ऊर्जा की किरणें (पराबैंगनी) अणु को तोडकर हाइड्रोजन अलग कर देंगी। हल्की हाइड्रोजन पृथ्वी के वायुमण्डल से पलायन कर जायेगी। इस भांति वह अरसा जिसमे काबनिक पदार्थों की रचना हुई वह छोटा होगा। यह तो ऑक्सीजन की खूब उपलब्धि के बाद ही जीवन को समुचित रूप से विकसित होने के अवसर मिले। यह क्रिया लगभग 2 अरब वष बाद की होनी चाहिए।

वायुमण्ल में उपस्थित काबनडाइऑक्साइड सूय की रश्मियों का अवशोषण करती है। यदि इसकी मात्रा मे वृद्धि होती है तो पृथ्वी से विकिरण ऊष्मा धरातल के वायुमण्डल को पार नहीं कर सकती और पृथ्वी का तापमान बढ़ जायेगा। प्रति वर्ष 0 4% की दर से इसकी वृद्धि हो रही है। वस्तुत इस शताब्दी मे काबन डाइऑक्साइड (CO_2) की मात्रा 20% बढ गई है। जीव के लिए यह वृद्धि खतरनाक है।

सारणी

पृथ्वी से सम्बन्धित कुछ महत्त्वपूरण आकडे

परिक्रमण काल	1 वष
द्रव्यमान	$5\ 98 \times 10^{24}$ किग्रा
व्यास	12 756 किमी
घनत्व	5 5 ग्राम/सेमी^{3}
गुरुत्वीयत्वरण	9 8 मी/से
पलायन वेग	11 2 किमी/से
घूरणन काल	23 घण्टे 56 मिनट 4 1 सेकण्ड
धरातलीय क्षेत्रफल	$5\ 1 \times 10^8$ वग किमी
वायुमण्डलीय दाब	1 बार

वायुमण्डल को प्रदूषण से बचाये रखना जीवन के लिए आवश्यक है। प्रागैतिहासिक काल के उदाहरण से हमे सबक लेना चाहिए। पृथ्वी के इतिहास मे इस घटना को के टी घटना कहते हैं। यह क्रिटेनियस और टशरी काल की घटना है। समझा जाता है कि इस काल मे ब्रह्माण्ड से दस किलोमीटर व्यास की एक ग्रहिका पृथ्वी से आकर टकराई। इससे पृथ्वी पर हिरोशिमा पर गिरे बम से 5 अरब गुना अधिक शक्ति यकायक प्रकट हुई। इस कारण 10^{17} किलोग्राम मिट्टी उडी होगी। अर्थात् तब पृथ्वी पूरी तरह धूलि से आच्छादित हो गई होगी। उस अरसे मे सूय की किरणें पृथ्वी पर नही पहुच पाई होंगी। ठण्ड और अधेरे का यह काल कई महिनो रहा होगा। निश्चय ही तब जीवन लुप्त हो गया होगा। डायनासौर इस युग मे धरती पर थे। अत एव अनुमान यह भी है कि डायनासौर इसी भाति पृथ्वी से समाप्त हुए है।

वस्तुत यह के टी तबाही का अन्वेषण 1960 मे हुआ। यह पृथ्वी निवासियो के लिए एक चेतावनी है। परमाणु युद्ध होने पर ऐसी ही स्थिति पदा होगी क्योकि तब धूआं धूल और अन्य प्रदूषण सूय की रोशनी को दूर आकाश में ही अवशोषित कर लेंगे। पृथ्वी पर एक भयकर सर्दी जिसे 'नाभिकीय सर्दी' कह सकते हैं हो जायेगी। ऐसी ठण्ड में जीवन का लोप हो जायेगा जसा कि के टी काल मे हुआ था।



चद्रमा

पृथ्वी के अतिरिक्त किसी और पिण्ड की सैर मनुष्य द्वारा हुई है तो वह है चद्रमा। चद्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी का 1/80 भाग है और गुरुत्वीय त्वरण 17% ही है। यदि उत्पति काल मे चद्रमा का कोई वायुमण्डल होगा भी तो वह कालातर मे लुप्त हो गया। वहा न तो पानी था ना ही किसी भाति का जीवन। चद्रमा हमारे निकट की वस्तु है अतः इसके धरातल को दरबीन द्वारा टोहा जा सकता है। चद्रमा की भूमि की और अधिक भूगर्भशास्त्रीय जानकारी ईस्वी सन् 1960 के बाद की उपलब्धियां हैं फिर भी इसके धरातल के मानचित्र बहुत पहले से ही बना लिये गये थे। चद्रमा की दूसरी ओर जो पृथ्वी से दिखलाई नही पडती, की जानकारी सोवियत रूस के लूना–3 ने सन् 1959 मे दी। 20 जुलाई 1969 को मनुष्य के कदम चद्रमा की धरती पर पडे। 1968 से 1972 के मध्य अमेरिका ने 12 अतरिक्ष यात्री वहा पर भेजे। चद्रमा की धरती का 400 किलोग्राम प्रतिदर्श (सैम्पल) पृथ्वी पर पहुच चुका है।

सारणी

चद्रमा के कुछ भौतिक गुण

द्रव्यमान (पृथ्वी = 1)	0 012
व्यास	3476 किमी
घनत्व	3 34 ग्राम/सेमी^{3}
गुरुत्वीय त्वरण (पृथ्वी = 1)	0 17
पलायन वेग	2 4 किमी/से
घूर्णन काल	27 3 दिन
धरातल का क्षेत्रफल (पृथ्वी = 1)	0 27

चद्रमा के घनत्व का मान 3 3 है जिससे यह अनुमान जाता है कि वह मुख्यतया सिलिकेट चट्टानो से बना हुआ है। पृथ्वी से विपरीत धातुओ का वहाँ

प्रमाव ही है। पृथ्वी की भाँति उसका क्रोड भी भारी नहीं। न ही चन्द्रमा का कोई चुम्बकीय क्षेत्र है। भूचाल जसी हलचलें वहां प्राय नहीं-सी हैं। पृथ्वी की अपेक्षा चन्द्रमा की पपंटी अधिक मोटी है। चित्रों मे हम पाते हैं कि चन्द्रमा पर शृंग और गर्त की कतारें हैं। यह धरातल की विविधता उस पर कालान्तर में लगातार छोटे-छोटे पिण्डों के आघात से आई है। चन्द्र गर्तों को वर्षों पूव समुद्रों की सज्ञा दी गई थी, वे ही नाम प्रचलित हो चले हैं। उदाहरण के लिए एक गत का नाम मारे-न्यूबियम है अर्थात् बादलों का समुद्र। जबकि शृंगों के नाम विख्यात वज्ञानिकों के नामों पर रखे गये हैं जैसे प्लूटो, केप्लर क्रेटर आदि। चन्द्रमा की चट्टानों की आयु रेडियोधर्मी विधि से ज्ञात की गई तो पता चला कि चन्द्रमा और पृथ्वी दोनों लगभग एक ही समय बने लगते हैं। यह उम्र 4 5 अरबवष आंकी गई है। चन्द्रमा के तथाकथित समुद्र बेसाल्ट चट्टान के बने हैं जबकि समतल और ऊँचाई की चट्टानें सिलिकेट पदार्थ की हैं। यद्यपि चन्द्रमा पर वायुमडल नहीं है अत उसके परिवतन का प्रश्न ही नहीं उठता फिर भी पहाड की चोटियां गोलाई लिये हैं। स्मरण रहे पृथ्वी पर यह गोलाइयां वायु पानी और तापमान तथा अन्य कारणो से है। मात्र उल्का-पिण्डों का आघात ही एक कारण है जो कि चन्द्रमा की सतह पर टूटफूट के लिए उत्तरदायी है। इसलिए यह काय बहुत बहुत वर्षों मे हुआ होगा। निश्चय ही ये आकृतियां अतीत की हैं और अतीत की जानकारियां देती हैं।

धरातल

चन्द्रमा का धरातल बहुत ही बारीक मृदा से ढका हुआ है। जब अन्तरिक्ष यात्री चन्द्रमा की सतह पर उतरा तो उसके जूते कुछेक सेन्टीमीटर मिट्टी मे धस गये। मिट्टी की यह सरध्रता और भुरभुरापन ही कारण है कि वहां दिन और रात के तापमान मे बहुत अधिक अन्तर है। ठोस चट्टानो का धरातल यदि चन्द्रमा का बना होता तो वहां भी पृथ्वी की तरह बहुत अधिक अन्तर नही होता। उल्कापिण्डो के टकराने से ही चट्टानें टूटीं और यह धूलि बनी है। इस धूल के नमूने का प्रेक्षण लें तो हमे इनमे काच की छोटी छोटी गोलिया भी नजर आती हैं। अवश्य ही ये चट्टानों के पिघलने से हुई होगी। चन्द्रमा की धूलि मे अन्तरतारकीय धूल की मात्रा भी पाई गई है। इस काली चन्द्र धूल का दोपहर का तापमान इतना अधिक हो जाता है कि पानी हो तो उबलने लगे। अधेरी रात्रि मे इसका तापमान गिर कर −137°C ही रह जाता है।

चन्द्रमा और पृथ्वी की रचना लगभग एक ही समय मे हुई है। चूंकि पृथ्वी पर भूमिगत उथल पुथल खूब हुई है अत इसकी बनावट मे कई परिवतन आये हैं। चन्द्रमा पर तुलनात्मक रूप से कम परिवतन आये हैं अतएव वहां प्राय सब कुछ

वसा ही है जैसा कि प्रारम्भ में था। वहाँ के गर्तों की आकृति प्रद्ध गोलाकार ही है। ये सारे बाह्य पिण्डो के टकराने से बने हैं। ये पिण्ड बहुत तेज गति से आकर टकराये होंगे तभी इनसे बने खड्डे की सतह वृत्त रूप की हो सकती है।

चन्द्रमा की उत्पत्ति के लिए मुख्यतया तीन सिद्धान्त हैं—(क) चन्द्रमा पृथ्वी का ही एक भाग था लेकिन अतीत मे हम से टूट कर अलग हो गया इस भाँति वह पृथक अस्तित्व मे आया— विखण्डन सिद्धान्त। (ख) बना तो वह पृथकतया मगर उसी समय बना जबकि पृथ्वी बनी थी—भगिनी सिद्धान्त। (ग) सौरमडल में चन्द्रमा बना तो कही और ही होगा परन्तु कालान्तर मे पृथ्वी द्वारा अभिगृहीत कर लिया गया—अभिग्रहण सिद्धान्त। इन तीनों सिद्धान्तो की अपनी विशेषताए हैं और साथ ही कमियाँ भी हैं। विखण्डन सिद्धान्त मानने मे कठिनाई है कि यदि एक ही से अलग अलग हुए तो रासायनिक बनावट और पदार्थों की मात्रा मे इतना अन्तर क्यों है ? यही बात भगिनी सिद्धान्त के लिए भी लागू होती है। अभिग्रहण सिद्धान्त की मुख्य कठिनाई तो यही है कि इस सम्भावना के होने की प्रतिशत बहुत अल्प है।

एक और सिद्धान्त प्रचलित है जिसे किसी "भीमकाय का सघट्ट" सिद्धान्त से जाना जाता है। यहाँ ऐसा माना गया है कि पृथ्वी से मगल की तरह का कोई पिण्ड तिरछे आकर टकराया। यह घटना तब की है जबकि पृथ्वी का क्रोड ठोस रूप ले चुका था। एक ओर को क्रोड से ऊपर का हिस्सा इस सघट्ट से टूट कर बिखर गया। यह बिखरा गर्म पदार्थ ठडा होकर एकत्रित हुआ और चन्द्रमा बना। चूंकि सघट्ट से उठा हुआ पदार्थ पृथ्वी की खोल का था इसीलिए चन्द्रमा के क्रोड मे भारी तत्व नही हैं। इस सिद्धान्त की एक विशेषता यह है कि इससे रसायन सम्बन्धी कई प्रश्नों की पुष्टि स्वत ही हो जाती है।



बुध

सूय के सबसे अधिक पास की स्थिति मे बुध (ग्रह) है। इसी कारण यह खूब चमकीला ग्रह है मगर इसे कम व्यक्तियो ने ही देखा होगा। इसकी कक्षा की लम्बाई पृथ्वी कक्षा की चालीस प्रतिशत ही है। सूर्योदय मे अभी घण्टा दो घण्टा शेष हो उस समय के प्रात कालीन आसमान मे बुध को देखना अधिक सुविधाजनक ही नही सम्भावित भी है। इसका व्यास पृथ्वी का आधा सा है। इसका घनत्व चद्रमा से अधिक है। बुध के घनत्व के मान अधिक होने से यह पता चलता है कि इसमे धातुई पदार्थों की अधिकता है। बुध की क्रोड 3500 किमी है जो कि मुख्यतया लौह निक्ल का बना है। बुध का 60% द्रव्यमान इसी हिस्से मे है। मात्र 40% सिलिकेट है जो कि बाहरी खोल की रचना मे लगा है। बुध और चद्रमा मे कई समानताए है मगर एक विषमता विशेष ध्यान योग्य है वह है बुध का अपना चुम्बकीय क्षेत्र है। इस पर किसी वस्तु का पलायन वेग भी कम है (4 3 किमी/से) और धरातल का तापमान अधिक है। अत बुध का वायुमण्डल होना असम्भव है। उस पर सोडियम गस की सूक्ष्म मात्रा 1985 मे प्रेक्षित की गई है। दिन की धूप मे सतह का तापमान 700K होता है जबकि रात्रि मे गिर कर 100K रह जाता है।

धरातल

बुध के बारे मे बहुत सारी जानकारियाँ हमे अतरिक्ष यान मोरिनर द्वारा भेजे गय चित्रो से मिली। 1974-75 के इस अमेरिकी अनुसधाना से पता चला कि यह बहुत सारी बातों मे चद्रमा से मिलता जुलता है। इस पर भी हजारो की सख्या मे गत हैं और सबसे बडा खड्ड तो तेरह सौ किलोमीटर तक व्यास का है। वहाँ कुछ पहाडियाँ भी हैं जिनकी ऊँचाई एक किलोमीटर के लगभग है। इस पर स्थित मुख्य स्थानो के सम्बोधन वज्ञानिको के नामो पर नहीं हैं बल्कि ये नाम साहित्यकारो और कलाकारो के हैं। कुछेक गर्तों के नाम हैं—बाख मोर्जाट, शेक्सपियर तालस्ताय। दूरबीन से बुध का अध्ययन करना कठिन काय है। एक अन्तरिक्ष

यान ही उसके पास से गुजरा है अत अभी हमारे पास बुध की विस्तृत जानकारी नहीं है।

बुध के कुछ भौतिक गुण

द्रव्यमान (पृथ्वी = 1)	0 055
व्यास (किमी)	4878
घनत्व (ग्राम/सेमी^{3})	5 43
गुरुत्वीय त्वरण (पृथ्वी = 1)	0 38
पलायन वेग (किमी/से)	4 3
घूर्णनकाल (दिन)	58 6
धरातल का क्षेत्रफल (पृथ्वी = 1)	0 38



मगल–शुक्र पृथ्वी जैसे हैं

मगल और शुक्र पृथ्वी के नजदीकी पडौसी ग्रह होने से इन पर पर्याप्त वैज्ञानिक छानबीन हुई है। ये दोनो ही खूब टिमटिमाते हैं। इनकी घूर्णन कक्षाए कुछ इस प्रकार की हैं कि ये पृथ्वी के नजदीक भी आते हैं। पृथ्वी का वायुमण्डल स्वच्छ हो तो शुक्र के कारण वस्तुओ की परछाई धरती पर देखी जा सकती है। मगल ग्रह लाल वर्ण का है। यह रग इसे अपनी धरती के रग से मिला है। इसकी धरती पर लौह ऑक्साइड की भरमार है। काफी समय तक यह भ्राम धारणा रही कि मगल पर जीव हैं। 1877 मे एक इटेलिन वैज्ञानिक ने घोषणा की थी कि मगल पर पानी की नहरें दिखलाई देती हैं। फिर तो एक अमेरिकी वैज्ञानिक लॉवेल ने अपनी दूरबीन से जो देखा उन प्रेक्षणो के आधार पर घोषणा कर डाली कि मगलवासी अति बुद्धिमान हैं। श्री लॉवेल के अनुसार मगलवासियो ने अपने ग्रह के ध्रुवो से जहा पर कि जल है उसे अन्य स्थानों तक पहुचाने के लिए पक्की नहरें बना रखी हैं। हम सब जानते हैं कि यह तो भ्रम मात्र है या प्रकाशीय प्रतिभास। अन्तरिक्षयान से प्राप्त चित्रो से सारे भ्रम दूर हो गये कि वे सिचाई के लिए पानी की नहरें नहीं हैं।

मगल और पृथ्वी

मगल के एक दिन का मान पृथ्वी के लगभग समान ही है। पृथ्वी के ध्रुवो की तरह मगल के ध्रुव भी झुके हुए हैं। इसी कारण वहा भी मौसम मे परिवर्तन होता है। मगल ग्रह का एक वर्ष पृथ्वी से बडा होने के कारण वहाँ की प्रत्येक ऋतु की अवधि लम्बी है। 22 जुलाई 1965 को अतरिक्षयान मेरिनर-4 मगल के पास से गुजरा। उसके द्वारा लिये गये चित्रो से पता चलता है कि मगल के धरातल पर कोई नहरें नही हैं वहाँ प्राकृतिक गडढे ही गडढे हैं। 1971 मे मेरिनर-9 द्वारा प्रेषित जानकारियो से कई नये भूमिगत लक्षण पहचाने गये। उसके बाद वाइकिंग यान के मगल ग्रह पर उतर जाने के साथ मगल ग्रह का पूर्ण परिचय ही एक तरह से मिल गया।

पृथ्वी की अपेक्षा मगल छोटा ग्रह है। इसका द्रव्यमान पृथ्वी का ग्यारह प्रतिशत हैं। चन्द्रमा और बुध से यह बडा है। मगल ग्रह का अपना वायुमण्डल है।

मगल ग्रह का व्यास पृथ्वी का आधा है। इसका कुल धरातलीय क्षेत्र उतना ही है जितना कि हमारे यहाँ के महाद्वीपो का क्षेत्रफल। इसका घनत्व 4 ग्राम/सेमी^{3} है। अर्थात् इसकी सरचना के पदार्थ पृथ्वी और चन्द्रमा के बीच के हैं। इस का क्रोड 2400 किलोमीटर का है जो कि आइरनसल्फाइड धातु का बना है। चूकि मगल ग्रह का कोई चुम्बकीय क्षेत्र नही है अतएव उसका क्रोड ठोस ही है। मगल ग्रह के धरातल को दो भागो मे बाटा जा सकता है। दक्षिणी गोलार्द्ध मे मुख्य रूप से गड्ढे हैं। शेष आधा जो कि अपेक्षाकृत कम पुराना लगता है उसकी धरती पर ज्वालामुखी आदि कारणों से बनी आकृतियाँ स्पष्ट हैं। सघट्टो के कारण बने हुए खड्ड भी वहा पर हैं। लुढकता हुआ ज्वालामुखी धरातल स्पष्ट देखा जा सकता है ये क्रियाए प्राय उसी काल की हैं जबकि चन्द्रमा पर भी ऐसी सक्रियता थी। मगल ग्रह की मिट्टी मे लोहे के आक्साइड की अधिकता है। वहा तापमान मे अधिक परिवतन है। दिन मे 240K (– 33°C) से रात्रि म 190K (– 83°C) होता है। ऐसे तापातर के कारण वहाँ पवन वेग भी मान बदलते हैं। वाइकिंग द्वारा लिए गये चित्रो मे धून की आँधी दिखलाई देती है।

वायुमण्डल

मगल ग्रह पर वायुमण्डल का दाब पृथ्वी की तुलना मे 1% ही है। इस वायु मण्डल मे तीन गसो का मिश्रण है। 95% मात्रा काबन डाइ ऑक्साइड की है 3% नाइट्रोजन और लगभग 2% आगन तथा अल्प मात्रा म कोई अन्य गसे हैं। मगल पर भी बादल बनते हैं। वे धूलि, पानी ऑक्सीजन के और काबन डाइ ऑक्साइड के होते हैं। चूकि काबन डाइऑक्साइड की बहुतायत है अत उसके वहा ठोस मणिभ पाये जाते हैं। ऐसा इसलिए कि 150 K पर कार्बन डाइ आक्साइड जम कर अवस्था परिवर्तित करती है। मगल के वातावरण मे पानी की मात्रा अवश्य ही है किन्तु उसका द्रवावस्था मे होना सम्भव नही है। इसके दो प्रमुख कारण हैं एक तो तापमान का मान अल्प है दूसरा यदि ताप बढ भी जाय तो दाब का मान भी बहुत कम है कि जल द्रवावस्था मे आ जाय। सिद्धान्तत वहां जल की दो अवस्थाए ठोस या गैस ही समव है।

नहरें और बाढ

टेलीस्कोप से ध्यानपूवक देखने पर मगल के ध्रुवो पर चमकीली टोपियां नजर आती हैं जो कि घटती-बढती रहती है। ये मौसमी टोपियां दिखने म बिल्कुल वसी ही हैं जसे कि पृथ्वी पर हिमाच्छादित स्थान। स्मरण रहे मगल ग्रह पर वे काबन डाइ ऑक्साइड के जमाव के कारण हैं। हम जानते हैं मगल पर जल द्रवावस्था में नहीं है। वहाँ की धरती के निरीक्षण से पता चलता है कि वहाँ बरसातें हुई हैं और वहा की नदियों में पानी था। विषुवत् रेखीय धरातल पर

बलखाती नहरों सी आकृतियां हैं। इनकी गहराई कुछ मीटर है कुछेक तो दस-दस मीटर चौड़ी हैं और 10 से 20 किलो मीटर तक लम्बी भी। वह काल जबकि वहां बरसात हुई होगी 3 9 अरब वर्ष रहा होगा। इन छोटी नहरों के अतिरिक्त पर्याप्त लम्बाई की नदी के अवशेष भी है। अतएव स्वाभाविक प्रश्न उठता है कि ये पानी की नदियां थी तो वह पानी कहां से आया और अब लुप्त कसे हो गया ? केवल एक ही उत्तर ठीक सा बैठता लगता है कि कभी ज्वालामुखी फटने के साथ हिम खण्ड पिघल गये होंगे और ऐसा बहाव उत्पन्न हुआ होगा। सम्भावना है कि कुछ अरब वर्ष पूव वहां तापमान सामान्य हो बरसात होती हो और तब वायुमण्डल वहां भी पृथ्वी की भांति घना हो। मगर यह तो स्पष्ट है कि मगल ग्रह का आकार छोटा है अत वहां ऊष्णा परिस्थितियां अधिक समय तक नही रही होगी। वायुमण्डल की गसों का अन्तरिक्ष से लोप होने से कालान्तर मे तापमान घटता चला गया होगा।

जीवन की सभावना

यह तो स्पष्ट है कि मगल पर अतीत मे पानी था अतएव सम्भव है कि तब किसी भांति का जीवन रहा होगा। जिज्ञासा यह भी स्वाभाविक है कि वह अब भी लोप नही हुआ हो। वाईकिंग यान का उद्देश्य यही पता लगाना था। वाईकिंग की प्रयोगशाला मे इसी रहस्योद्‌घाटन के लिए मिट्टी के परीक्षण किये गये थे। ये परीक्षण तीन लक्ष्यो के लेकर किये गये थे यदि जीव है तो उसकी स्वांस प्रक्रिया का पता लगाना। जीव है तो भोजन का अवशोषण होगा। जीव द्वारा धरती और वायुमण्डल मे गसो का विनिमय होगा। एक उपकरण मगल की धरती मे उपस्थित काबनिक तत्वो का पता लगाने के लिए स्थापित किया गया था। इन सारे प्रयोगो से जो निष्कर्ष प्राप्त हुआ वह यह था कि यहाँ सक्रियता तो है मगर वे केवल अकाबनिक पदार्थों की अभिक्रियाओ के कारण ही है। चूंकि वहां परा-बैंगनी विकिरणो की प्रबलता है अत यहां की धरती की सक्रियता भिन्न प्रकार की है।

सारणी

मंगल के कुछ भौतिक गुण

परिक्रमा काल	1 88 वर्ष
द्रव्यमान (पृथ्वी = 1)	0 11
व्यास	6794 किमी
घनत्व	3 9 ग्राम/सेमी^{3}
गुरुत्वीयत्वरण (पृथ्वी = 1)	0 38

पलायन वेग	5 किमी/से
घूर्णन काल	24 6 घटे
धरातल का क्षेत्रफल (पृथ्वी = 1)	0 28
वायुदाब	0 006 बार

शुक्र

शुक्र ग्रह बादलो की चादर लपेटे रहता है अत उसके भीतर का प्रेक्षण दूरबीन से समव नही है। ये बादल इतने प्रभावी हैं कि सूय के प्रकाश का 70% भाग परावर्तित कर देते हैं। राडार तकनीकी द्वारा शुक्र के घूर्णन काल का पता लगाया गया। इस अध्ययन से पता चला कि शुक्र तो पूव से पश्चिम की ओर घूर्णन करता है। अन्य पिण्डो से यह बिल्कुल ही विपरीत बात है। शुक्र का परिक्रमा काल 250 पृथ्वी दिवस है। एक ओर अमेरिकी अ तरिक्ष कायक्रम मगल पर केंद्रित थे तो दूसरी ओर रूसी अ तरिक्ष कायक्रम शुक्र की ओर प्रतिबद्ध थे। वेनेरा' जिसका अथ शुक्र है द्वारा पर्याप्त जानकारियाँ प्राप्त की गई। 1970 ई मे वेनेरा 7 शुक्र पर उतरा और उसने वहाँ से 23 मिनटो तक महत्वपूर्ण आंकडे भेजे। शुक्र का विस्तृत मानचित्र वेनेरा-15 और वेनेरा 16 से प्राप्त जानकारियो से बनाया गया है। शुक्र बडा ग्रह है। पृथ्वी का 82% द्रव्यमान है और घनत्व भी पृथ्वी तुल्य ही है। परन्तु इसका वायुमण्डल घना और भारी है लगभग 100 गुना। इसका धरातल भी खूब गम है। इसकी सतह का तापमान 730K तक होता है।

धरातल

शुक्र के बादल इतने अपारदर्शी हैं कि पृथ्वी से शुक्र को टोहना मुश्किल काम है। किसी दूर स्थित ग्रह की आयु उस पर विद्यमान गह्वरों और बाह्य आघातों की सख्या ज्ञातकर अनुमानित की जाती है। शुक्र ग्रह पर ऐसे गड्ढों की सख्या चन्द्रमा पर की सख्या का 10 से 20 प्रतिशत है। इससे अनुमान लगता है कि शुक्र के वर्तमान धरातल की रचना एक अरब वर्ष पूव से अधिक पुरानी नहीं है। मैक्सवेल पहाडियाँ वहां की सबसे ऊ ची पहाडी शृ खला है। इसके पास ही 85 किलो मीटर व्यास की घसान है। इसे क्लेयोपेट्रा नाम दिया गया है। लगता है यह किसी ज्वालामुखी उद्गम के कारण हुई होगी। दो और पहाडी क्षेत्र जिन्हें α और β नाम से जाना जाता है ज्वालामुखी से लगते हैं। अनुमान है कि वहां अब भी ज्वालामुखी सक्रिय है। शुक्र ग्रह की धरती का ऊपरी हिस्सा इतना गर्म है कि सीसा-जस्ता पिघल जाये। दाब का मान 90 बार और तापमान 730K है। सूर्य की किरणें सीधी शुक्र के धरातल पर नहीं पहुचतीं। विसरित प्रकाश से धरातल स्पष्ट नजर आता है। यहां मौसम अपरिवर्तनशील है। चू कि धरातल पर बहुत

भारी वायुण्डल है अत भौतिक गुणों की दृष्टि से शुक्र के प्रत्येक स्थान एक दूसरे से मिलते जुलते हैं।

वायुमण्डल

वहाँ का 90% वायुमण्डल तो कार्बन डाइ आक्साइड का है। 3 5% नाइट्रोजन और बहुत कम मात्राओं म अन्य गसें हैं। तुलनात्मक तौर पर शुक्र का वायुमण्डल मगल जसा माना जा सकता है परन्तु सतह पर दाब 70 हजार गुना अधिक है। इसके वायुमण्डल का विभाजन करें तो धरातल स लगते मण्डल की ऊँचाई 50 किलोमीटर है। इस पर गंधक की अम्ल के मोटे मोटे बादल हैं। इस भांति इसका वायुमण्डल विषाक्त है। मगर शुक्र पर इतने अधिक तापमान का कारण क्या हो सकता है? वहाँ निजी ऊर्जा के इतने घने स्रोत नही हैं जिससे इतनी ऊष्मा उत्पन्न हो सके। वस्तुत वहाँ पर ऊँचे तापमान का प्रमुख कारण है कि वह सूय से जितनी ऊर्जा प्राप्त करता है उसका कुछ अंश ही विकिरण द्वारा पुन स्थानांतरित होता है। यह सब भारी भरकम बादलो के कवल के कारण है। वज्ञानिक भाषा मे इसे ग्रीन हाउस प्रभाव कहा जाता है। शुक्र के धरातल पर पहुँची रश्मिया वर्णक्रम के अवरक्त क्षेत्र मे परावर्तित होती हैं। कार्बन डाइआक्साइड गस इस क्षेत्र मे पारदर्शी नही है अतएव ऊष्मा बाहर नहीं जा पाती है और इस भांति ऊष्मा की मात्रा वहीं बनी रहती है।

पलायन वेग	5 किमी/से
घूर्णन काल	24 6 घटे
धरातल का क्षेत्रफल (पृथ्वी = 1)	0 28
वायुदाब	0 006 बार

शुक्र

शुक्र ग्रह बादलो की चादर लपेटे रहता है अत उसके भीतर का प्रेक्षण दूरबीन से समव नही है। ये बादल इतने प्रभावी हैं कि सूय के प्रकाश का 70% भाग परावर्तित कर देते हैं। राडार तकनीकी द्वारा शुक्र के घूर्णन काल का पता लगाया गया। इस अध्ययन से पता चला कि शुक्र तो पूव से पश्चिम की ओर घूर्णन करता है। अन्य पिण्डो से यह बिल्कुल ही विपरीत बात है। शुक्र का परिक्रमा काल 250 पृथ्वी दिवस है। एक ओर अमेरिकी अतरिक्ष कार्यक्रम मगल पर केंद्रित थे तो दूसरी ओर रूसी अ तरिक्ष कायक्रम शुक्र की ओर प्रतिबद्ध थे। वेनेरा जिसका अथ शुक्र है द्वारा पर्याप्त जानकारियाँ प्राप्त की गई। 1970 ई मे वेनेरा-7 शुक्र पर उतरा और उसने वहाँ से 23 मिनटो तक महत्वपूण आकडे भेजे। शुक्र का विस्तृत मानचित्र वेनेरा 15 और वेनेरा 16 से प्राप्त जानकारियो से बनाया गया है। शुक्र बडा ग्रह है। पृथ्वी का 82% द्रव्यमान है और घनत्व भी पृथ्वी तुल्य ही है। परन्तु इसका वायुमण्डल घना और भारी है लगभग 100 गुना। इसका धरातल भी खूब गम है। इसकी सतह का तापमान 730K तक होता है।

धरातल

शुक्र के बादल इतने अपारदर्शी हैं कि पृथ्वी से शुक्र को टोहना मुश्किल काम है। किसी दूर स्थित ग्रह की आयु उस पर विद्यमान गह्वरों और बाह्य आघातों की सख्या ज्ञातकर अनुमानित की जाती है। शुक्र ग्रह पर ऐसे गह्वरों की सख्या चन्द्रमा पर की सख्या का 10 से 20 प्रतिशत है। इससे अनुमान लगता है कि शुक्र के वतमान धरातल की रचना एक अरब वष पूव से अधिक पुरानी नहीं है। मैक्सवेल पहाडियाँ वहाँ की सबसे ऊची पहाडी शृखला है। इसके पास ही 85 किलो मीटर व्यास की घसान है। इसे क्लेयोपेट्रा नाम दिया गया है। लगता है यह किसी ज्वालामुखी उद्गम के कारण हुई होगी। दो और पहाड़ी क्षेत्र जिन्हें α और β नाम से जाना जाता है ज्वालामुखी से लगते हैं। अनुमान है कि वहाँ अब भी ज्वालामुखी सक्रिय है। शुक्र ग्रह की धरती का ऊपरी हिस्सा इतना गर्म है कि सीसा-जस्ता पिघल जाये। दाब का मान 90 बार और तापमान 730K है। सूर्य की किरणें सीधी शुक्र के धरातल पर नहीं पहुचतीं। विसरित प्रकाश से धरातल स्पष्ट नजर आता है। वहाँ मौसम अपरिवर्तनशील है। चू कि धरातल पर बहुत

भारी वायुण्डल है अत भौतिक गुणो की दृष्टि से शुक्र के प्रत्येक स्थान एक दूसरे से मिलते जुलते हैं।

वायुमण्डल

वहां का 90% वायुमण्डल तो कार्बन डाइ आक्साइड का है। 3 5% नाइट्रोजन और बहुत कम मात्राओ मे अन्य गसें हैं। तुलनात्मक तौर पर शुक्र का वायुमण्डल मगल जसा माना जा सकता है परन्तु सतह पर दाब 70 हजार गुना अधिक है। इसके वायुमण्डल का विभाजन करें तो धरातल स लगते मण्डल की ऊँचाई 50 किलोमीटर है। इस पर गंधक की अम्ल के मोटे मोटे बादल हैं। इस भांति इसका वायुमण्डल विषाक्त है। मगर शुक्र पर इतने अधिक तापमान का कारण क्या हो सकता है? वहां निजी ऊर्जा के इतन घने स्रोत नही हैं जिससे इतनी ऊष्मा उत्पन्न हो सके। वस्तुत वहां पर ऊँचे तापमान का प्रमुख कारण है कि वह सूय से जितनी ऊर्जा प्राप्त करता है उसका कुछ अश ही विकिरण द्वारा पुन स्थानांतरित होता है। यह सब भारी भरकम बादलो के कबल के कारण है। वज्ञानिक भाषा म इसे ग्रीन हाउस प्रभाव कहा जाता है। शुक्र के धरातल पर पहुँची रश्मियां वर्णक्रम के अवरक्त क्षेत्र मे परावर्तित होती हैं। कार्बन डाइआक्साइड गस इस क्षेत्र मे पारदर्शी नही है अतएव ऊष्मा बाहर नही जा पाती है और इस भांति ऊष्मा की मात्रा वही बनी रहती है।



भीमकाय ग्रह

सौरमण्डल के बाहरी प्रतिनिधि भीतरी ग्रहो से कई अर्थों मे भिन्न हैं। एक तो यह ग्रह आकार मे बडे हैं। इनके बीच की दूरियां भी बडे बडे मानो की हैं। इनके उपग्रहो और छल्लो की संख्या भी ज्यादा है। ये ग्रह हैं बृहस्पति शनि यूरेनस (अरूण) नेप्चून (वरूण) और प्लूटो (कुबेर)। इनमे से पहले चार तो विशाल और भीमकाय हैं प्लूटो जरा छोटा है। वैसे प्लूटो है तो ग्रह मगर भौतिक गुणो की दृष्टि से वह उपग्रहो जैसा है। बृहस्पति और शनि पृथ्वी से बहुत दूर हैं। आमतौर पर वे चमकते तारे ही लगते हैं। अरूण और वरूण की खोज तो अपेक्षाकृत हाल ही की है।

ग्रह मण्डल मे अधिकाश द्रव्यमान तो इन भीमकाय पिण्डो के कारण ही है। बृहस्पति तो पृथ्वी से 318 गुना भारी है। इसका व्यास पृथ्वी के व्यास से ग्यारह गुणा अधिक है। इसका घनत्व पार्थिव ग्रहों की तुलना मे कम है। यह मान है 1 38 ग्राम/सेमी^{3}/शनि का द्रव्यमान पृथ्वी से 94 गुना है। इसका घनत्व तो और भी कम है 0 7 ग्राम/सेमी^{3}/स्पष्ट है कि यह तो जल से भी हल्का है अर्थात् वह पानी के समुद्र पर तरेगा। अरूण और वरूण के द्रव्यमान पृथ्वी से लगभग 15 गुना अधिक हैं। बृहस्पति बना तो हाइड्रोजन से है परन्तु इसकी आकृति और आयतन ऐसे हैं कि उस मे नाभिकीय अभिक्रिया से ऊर्जा उत्पन्न नही होती है।

रासायनिक सरचना

जब हम मगल और क्षुद्र ग्रहों से आगे बढ़ते हैं तो हमे जो ग्रह प्राप्त होते हैं उनके रचयिता पदार्थ भिन्न ही हैं। यहाँ हल्की गैस हाइड्रोजन की अधिकता है। अर्थात् बाहरी सौर मण्डल की रासायनिकी अपचायी है। मान लें कि कुछ मात्रा ऑक्सीजन की हो जाय तो वह हाइड्रोजन से मिलकर जल निर्माण कर लेगी अतएव ऑक्सीकरण की घटना यहाँ असभव है। इनमें मीथेन इथेन एमोनिया एसिटिलीन आदि गैसों का बोलबाला है। इन ग्रहो का क्रोड भारी तत्वों की चट्टान से बना है उसके बाद हिम है। इस पर धात्वीय हाइड्रोजन है। इस पर हाइड्रोजन द्रव अवस्था मे है जो कि आण्विक अवस्था है और फिर हाइड्रोजन का गैसीय रूप विद्यमान है।

सौरतंत्र के इन विशिष्ट प्रतिनिधियों की जानकारी के लिए जो अंतरिक्षयान भेजे गये वे पायनियर नाम लिये थे। 1972 और 73 में पायनियर 10 और 11 भेजे गये थे। 1974 में पायनियर 10 बृहस्पति को पार कर गया था। पायनियर 11 ने बृहस्पति के प्रेक्षण लेने के बाद अपना पथ शनि की ओर मोड़ लिया था। 1979 में वह शनि के पास पहुंचा था। उक्त दोनों पायनियर अब सौरमण्डल से दूर जा रहे हैं। (मगर सन् 1977 में पृथ्वी से भेजे गये वोयेजर 1 और 2 वैज्ञानिक जानकारियों के लिए अधिक उपयुक्त रहे हैं।) वोयेजर-1, 1979 में बृहस्पति के पास पहुंचा था और 80 में शनि की ओर और 1986 में उरूण की ओर मुड़ा था। वायेजर 2 इस समय नेप्च्यून (वरूण) के पास है।

बृहस्पति और शनि

सभी ग्रहों में भारी भरकम होने से बृहस्पति या अन्य नाम गुरु सार्थक ही है। शनि अपने वलयों के कारण खूबसूरत ग्रह है। सूर्य से बृहस्पति की दूरी पृथ्वी से 5 2 गुना है। इसका परिक्रमण काल 12 वर्ष है। बृहस्पति की तुलना में शनि लगभग



दुगुनी दूरी पर है। इसका परिक्रमण काल 30 वर्ष हैं। बृस्पति का घूर्णन काल लगभग दस घण्टे है जबकि शनि का 10 घण्टे 39 मिनट। बृहस्पति के अक्ष का झुकाव मात्र 3° है। वहां मौसम परिवर्तित नहीं होते। भिन्नता लिए हुए शनि है। जिसकी अक्ष।। झुकाव 27 27° होने से वहां मौसम में परिवर्तन आते है।

ग्रहों के क्रोड

जब वृहद् पिण्ड निर्माण प्रक्रिया में होता है तो धान्यरूप में होना है। बादल और धूलि केन्द्र की ओर सपनीत होते हैं और वहां उच्चतम तापमान हो जाता है।

धीरे धीरे सघनीत होने का यह क्रम जारी रहने से वहा गर्मी पैदा करने की प्रक्रिया पर्याप्त काल तक चलती रहती है। समझा जाता है कि बृहस्पति मे इसी भाति का अपना एक निजी ऊर्जा स्रोत है। उस स्रोत से उत्पन्न हुई ऊर्जा की मात्रा लगभग उतनी ही है जितनी कि सूय से प्राप्त रश्मियो के अवशोषण के कारण है। शनि ग्रह मे ऐसे आतरिक ऊर्जा स्रोत की मात्रा बहस्पति की अपेक्षा आधी है। शनि मे सभव तथा एक और प्रक्रिया भी कायरत है। उसकी द्रव हाइड्रोजन खोल मे हीलियम की भारी बूदें डूबती जा रही हैं। केंद्र की ओर जाने से गुरुत्वीय ऊर्जा वहा नि सृत हो रही है। यूरेनस और नेप्च्यून इस दृष्टि से भिन्न है। वरूण (नेप्च्यून) मे तो हल्का ऊर्जा स्रोत है मगर उरूण मे वह प्रतीत नही होता है। इन दोनो पिण्डो का भौतिक व्यवहार बहस्पति और शनि से नितात भिन्न है। वस्तुत हमे इनके बारे मे अभी विस्तृत जानकारी भी नही है।

वायुमण्डल

शनि एव बहस्पति दोनो ही मुख्यतया हाइड्रोजन और हीलियम गस से बने हुए हैं। चू कि कावन और नत्रजन उपलब्ध है अतएव वहा मीथेन और अमोनिया गैसें भी हैं। इन ग्रहो पर दिखलाई देने वाले बादल ऐमोनिया गस के हैं। सु दर रगो की छटा लिए बहस्पति के बादल खूबसूरत नजर आते हैं। शनि ग्रह की खूब सूरती उसके छल्लो के कारण है। ऐमोनिया के बादलो के नीचे की परत एमोनियम हाइड्रो सल्फाइड की है। इनके बाद ठण्डे जलीय बादल आते हैं। निश्चय ही इन ग्रहो पर मौसम मे परिवतन भिन्न प्रकार के होगे। ऐसा होन के मुख्य तीन कारण हैं (I) वहा वायुमण्डल अधिक गहरा है और कोई ठोस सीमा नही है। (II) अपनी धुरी पर इन ग्रहो का चक्रण तेज गति लिये है। (III) इनके अपन निजी ऊर्जा स्रोत भी हैं जिनसे उत्प न ऊर्जा की मात्रा प्राय उतनी ही है जितनी कि सूय के विकिरणो को अवशोषण करने पर प्राप्त होती है। बहस्पति म एक स्थान पर उच्च दाब का क्षेत्र है। इस बहद् लाल कलक (great red spot) कहते हैं। यह अण्डाकार स्थान लगभग 30 000 किलोमीटर का है। ये कुछ इस श्रेणी के क्षेत्र हैं कि जो स्थाई तो नही रहते हैं मगर इनके बने रहने का काल बहुत छोटा भी नही है। तुलना की दृष्टि से ही हम बताना चाहेंगे कि पृथ्वी पर उठा हुआ तूफान घषण और धरातल के ठोस स्वरूप के कारण कम समय (अधिक से अधिक कुछ सप्ताह) मे ही समाप्त हो जाता ह। भीमकाय ग्रहो पर अवरोध न होन के कारण इन क्षेत्रो की आयु लम्बी होती है। एक स्वाभाविक प्रश्न है कि क्या कारण है कि इनके बादलो के रग बदलते रहते हैं? निश्चय ही जिस गस के यह हैं उसी का प्रभुत्व हो तब तो वे सफेद रग के ही दिखन चाहिए अत ऐसा जान पडता है कि कुछ और रासायनिक पदाथ भी होंगे। हालाकि इस सभावना की अभी कोई पुष्टि नही हो पाई है।

उरूण एव वरूण

सन् 1781 मे जब यूरेनस की खोज हुई तो इसे गलती से एक धूमकेतु की तरह पहचाना गया। शीघ्र ही इसकी कक्षा का पता चल गया और यह भी ग्रह की गिनती मे शामिल हो गया। नेप्च्यून की खोज गणितीय गणनाओ के फलस्वरूप हुई। वरूण इतना दूर और क्षीण है कि इसे किसी दूरबीन से देखना सभव नही है। परन्तु घनत्व एव आकृति की दृष्टि से तुलना करें तो उरूण वरूण जुडवा भाई से लगते हैं। इनकी आतरिक बनावट शनि बृहस्पति से अलग ही है। इनका क्रोड चट्टानो और बर्फ का बना हुआ है। वायुमण्डल मे हीलियम और हाइड्रोजन की ही प्रमुखता है। यूरेनस के अक्ष का झुकाव उत्तर के सापेक्ष 98° है इस कारण वहा ऋतु परिवर्तन बडे व्यापक तौर पर हैं। वायेजर द्वारा प्राप्त सूचना के अनुसार यूरेनस का अपना चुम्बकीय क्षेत्र भी है। नेप्च्यून यद्यपि अधिक दूर है फिर भी उसके वायुमण्डल की कुछ जानकारी पृथ्वी से प्राप्त की जा सकती है।

भीमकाय पिण्डों के चुम्बकीय क्षेत्र

बृहस्पति के चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र है अतरिक्षयानो द्वारा प्रदत्त आकडो से पता चलता है कि बृहस्पति के धरातल पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान पृथ्वी के मान से 20 से 30 गुना है। पृथ्वी की भाति ही बृहस्पति की चुम्बकीय अक्ष और घूर्णन की अक्ष एक दूसरे के साथ कोण बनाते हैं। बृहस्पति के चारो ओर चुम्बकीय गोले का विस्तार उसकी त्रिज्या के 50 से 100 गुना तक है। शनि का भी चुम्बकीय क्षेत्र है जिसका विस्तार क्षेत्र उसकी त्रिज्या से 20 से 40 गुना तक है। यूरेनस का भी चुम्बकीय क्षेत्र दूर दूर तक फैला है। पृथ्वी की भाति ही ये भीमकाय पिण्ड भी सौर पवन और वायुमण्डल से उत्पन्न आयन और इलेक्ट्रान को एकत्रित करते हैं। चूंकि ये पिण्ड घूर्णन करते हैं अतएव इनके चुम्बकीय क्षेत्र मे आयनीत कण त्वरित होते जाते हैं। इस भाति ये ऊर्जा ग्रहण करते हैं। ये आवेशित कण विभिन्न तरगदैर्घ्यों की रेडियो तरगें उत्सर्जित करते हैं। इन रेडियो तरगो का अध्ययन आधुनिक शोध कार्य की प्रमुख धारा सी ही है।



वलय, उपग्रह और प्लूटो

प्रत्येक भीमकाय पिण्ड के अपने उपग्रह और वलय अथवा छल्ले हैं। छल्ले एव उपग्रह मिल कर अपने पिण्ड के चारो ओर विशिष्ट तरह की बेजोड रचना करते हैं जो कि उस ग्रह की पहचान बन जाती है। तकनीकी दृष्टि से तो प्लूटा पिण्ड ग्रह है मगर गुणो के आधार पर वह उपग्रह जसा अधिक है। बृहस्पति शनि और यूरेनस के वलयो आदि के बारे म विस्तृत जानकारी हमे अतरिक्ष यान वायेजर द्वारा प्राप्त हुई। वलयो एव उपग्रहो से प्राप्त वर्णक्रमो मे एक रोचक बात यह पाई गई कि इन सब में जल बर्फ के रूप मे विद्यमान है। बाह्य सौर मण्डल म 53 ज्ञात उपग्रह हैं। कुछ बडे उपग्रह निम्न प्रकार के हैं—

नाम	काल (दिन)	व्यास (किमी)	घनत्व (ग्रा /से मी ³)
गेनिमेडे (J3)	7 2	5270	1 9
टिटेन (S6)	15 9	5150	1 9
कालिस्तो (J4)	16 7	4820	1 8
इयो (J1)	1 8	3640	3 5
चद्रमा (E1)	27 3	3476	3 3
यूरोपा (J2)	3 6	3130	3 0
टाइटोन (N1)	5 9	3000 (?)	?

बृहस्पति के उपग्रह

बृहस्पति के चार बडे उपग्रह गेलेलियो उपग्रहो के नाम से जाने जाते हैं। इन्हें गेलिलियो ने ही सबसे पहले पहचाना था। इन चारो मे सबसे दूर का कालिस्तो का व्यास लगभग उतना ही है जितना कि बुध ग्रह स्वय का व्यास है। चू कि इसका द्रव्यमान अथवा घनत्व कम है अत स्पष्ट ही है कि यह बर्फीली वस्तुओं से बना है। गेनिमेडे सौरमण्डल का सबसे बडा उपग्रह है। इस पर भी कालिस्तो की भाति गढ्ढे हैं। भूगर्भीय सरचना इसकी भिन्न है। यूरोपा और इयो दोनों भीतरी उपग्रह हैं और ये बर्फीली रचनाए नही हैं। घनत्व से ये हमारे (पृथ्वी के) चद्रमा के समान हैं। अर्थात् ये चट्टानें हैं। यूरोपा के धरातल पर बर्फ का जमाव है। इस भाति यह पृथ्वी से

मिलता जुलता है परन्तु हमारे यहां जल द्रवावस्था मे है। बृहस्पति के इयो उपग्रह तो यूरोपा के जुडवा भाई सा प्रतीत होता है। एक अंतर है वह यह कि इयो पर ज्वालामुखी है। वायेजर के चित्रों से यह पता चला था। ज्वालामुखी के लावे मे सल्फर और सल्फर डाइ आक्साइड हैं।

शनि के उपग्रह

सबसे अधिक उपग्रहो का धनी शनि ग्रह है। इसके 19 उपग्रह हैं। इनमे से एक टाइटेन सबसे रोचक है। इस उपग्रह पर पर्याप्त मात्रा मे वायुमण्डल है। 1655 मे क्रिश्चियन हाइगे स ने इसे खोजा था। वायेजर अंतरिक्षयान द्वारा प्राप्त जानकारियो से पता चलता है कि इस पर वायुमण्डलीय दाब 106 बार का है। इसकी प्रमुख गैस नाइट्रोजन है। इसके अतिरिक्त इसके वायुमण्डल मे कार्बन मोनोक्साइड, हाइड्रोकार्बन इथेन प्रोपेन और नाइट्रोजन कम्पाउण्ड भी पाये गये हैं। इस पर हाइड्रोजन साएनाइड (HCN) का पाया जाना आश्चर्यकारी है क्योकि यही वह अणु है जो कि जीवनदायी DNA का प्रमुख घटक है। टाइटेन पर बादलो की भी विभिन्न परतें हैं। इसके धरातल का तापमान 90k है। इतने कम तापमान पर तो द्रव इथेन मिथेन के समुद्र हो सकते हैं। ऐसा समझा जाता है कि इस उपग्रह से पृथ्वी के आरम्भकाल के वायुमण्डल के बारे मे अच्छी जानकारी प्राप्त होगी। संभावना है कि जीवन के मूलभूत कारण का पता भी इसी से लग सकेगा। शनि के 6 उपग्रहो का व्यास 400 से 1600 किलोमीटर के मध्य का है। इनके वर्णक्रम से पता चलता है कि ये बर्फ पानी के बने हुए हैं। शनि के अन्य उपग्रह भी मूलत हिम बर्फ के ही हैं।

यूरेनस और नेप्च्यून के उपग्रह

यूरेनस के पन्द्रह उपग्रहो को दो वर्गों मे बांटा जा सकता है। 5 वे जो कि दूरबीन से देखे गये थे और शेष 10 छोटे छोटे जो वायेजर ने देखे थे। इनमे से पांच के नाम शेक्सपियर के नाटको के चरित्रो के नाम पर रखे गये हैं। बडे उपग्रहो का व्यास 1600 से 500 किलोमीटर तक का है। इनका घनत्व शनि के उपग्रहो जैसा ही है। वायजर द्वारा पहचान गये सबसे छोटे उपग्रह मिराण्डा जिसका व्यास 48 4 किलोमीटर है का भूगर्भशास्त्रीय दृष्टिकोण से महत्व है। नेप्च्यून के दो उपग्रह हैं। ट्रिटोन हमारे चांद जितना ही बडा है। ऐसे कई भौतिकी कारण हैं जिनसे ट्रिटोन प्लूटो ग्रह से मिलता जुलता है।

प्लूटो और उसका उपग्रह

गुरुत्वाकर्षण सिद्धा त की गणनाओ से जान पडता है कि एक और ग्रह विद्यमान होना चाहिए यद्यपि प्रेक्षण की तौर पर वह आसानी से पकड में आने वाला

नहीं है। दरअसल यूरेनस (उरूण) और नेप्च्यून (वरूण) अपने वास्तविक पथो पर नही चल रहे हैं। वास्तविक पथो से तात्पय है गणना द्वारा दिया गया पथ। यह शायद इस कारण हो कि कोई और ग्रह उपस्थित है जो कि निर्धारित पथो मे विचलन पदा कर रहा है। यह अन्य ग्रह प्लूटो है। वस्तुत प्लूटो का द्रव्यमान चद्रमा से भी कम है। इसकी सूय से औसत दूरी 5 9 अरब किलोमीटर है। वतमान वर्षों मे तो प्लूटो पृथ्वी के अधिक समीप रहा है और यह स्थिति 1999 तक रहगी फिर प्लूटो दूर चला जायेगा। इसकी एक परिक्रमा मे 248 6 वष लगते हैं। प्लूटो को एक उपग्रह भी है चारोत, मगर यह बहुत छोटे आकार का है।

प्लूटो ग्रह का व्यास 2400 किलोमीटर है। आकार की दृष्टि से यह ग्रह निश्चय ही उपग्रहो से भी छोटा है। इसका द्रव्यमान पृथ्वी का 1/400वां भाग है। इसके घनत्व का मान 1 7 ग्राम सेमी[3] यही बताता है कि यह चट्टानो और बर्फ की मिली जुली रचना है। यह ध्यान देने योग्य है कि प्लूटो और नेप्च्यून के परिक्रमा की कक्षाएँ एक दूसरे को काटती हैं। क्योकि इनके झुकाव भिन्न हैं अतएव इनके टकराने की भविष्य म सभावना नही है।

उपग्रही छल्ले

सौर मण्डल म बाहर के तीनो उपग्रहों के चारो ओर वलय या छल्ले अथवा कुण्डलियां हैं। प्रत्येक छल्ला करोडो कणो से बना हुआ है। इनमे से शनि ग्रह का छल्ला जो कि वृहदतम है हिमकणो से बना हुआ है। इसके विपरीत यूरेनस के वलय काफी पतले और काले काले कणों से बने हैं। बृहस्पति ग्रह के छल्ले तो धूलि की सक्रमण पट्टियां हैं जो कि अनेको कणो से बनी हुई हैं। इनके भीतरी कण बाहरी कणो की अपेक्षा तेज गति से घूमते हैं। अन्य शब्दो में छल्लों के बारे मे कहे तो यह कहना होगा कि कई सारे लघु उपग्रह मिल कर एक छल्ले या वलय का निर्माण करते हैं। ये मिलेजुले अपने ग्रह की परिक्रमा करते हैं। ये कण एक दूसरे से बहुत दूर नहीं हैं। प्राय ये एक दूसरे से टकराते हैं और इनका गुरुत्वाकषण परस्पर एक दूसरे को प्रभावित करता है।

इन छल्लों की उत्पत्ति के बारे म दो दृष्टिकोण विद्यमान हैं। एक तो यह कि ये छल्ले ग्रह से टूटे हुए कणों का एक समूह है। जबकि दूसरी विचारधारा यह है कि निर्माण के समय ये कण एक दूसरे के इतने समीप नही आ सके कि मिलकर उपग्रह बनाते अतएव अलग अलग पडे ये कण ग्रह के चारों ओर एक कुण्डली बनाए हैं। ऐसा समझा जाता है कि यदि ग्रह के उपग्रह नहीं होते तो ये छल्ले बिल्कुल समतल और प्रदशनीय होते। वसे यदि उपग्रह ही नहीं होते तो छल्लों की सभावना समाप्त प्राय ही थी क्योंकि कालातर म वह पदार्थ अतरिक्ष में लोप हो जाता।

पृथ्वी से नजर आने वाली शनि की तीन कुण्डलिया हैं। ए बी और सी। ए की बाहरी त्रिज्या का मान 137 400 किलोमीटर है जबकि सी की भीतरी त्रिज्या का मान 7000 किलोमीटर है। इस छल्ले समूह मे बी' छल्ला सबसे चमकदार है। छल्लों में मुख्यतया बर्फ ही है और जिसका आकार मिट्टी के कण से लेकर बडी चट्टान तक हो सकता है। यूरेनस के छल्ले सकरे और अपारदर्शी हैं। ये पृथ्वी से दिखलाई नहीं देते हैं। हिंदमहासागर के पास के द्वीपो मे स्थित विभिन्न वेधशालाओ से इन्हें सबसे पहले देखा गया था। इसकी सबसे बडी कुण्डली या छल्ला एक सौ किलोमीटर चौडाई का है। इसकी मोटाई सौ मीटर भी ही है। यह छल्ला जिसका नाम एपसिलोन है यूरेनस से 51,000 किलोमीटर दूर परिक्रमा कर रहा है।



सदर्भ सूची

- The Universe Issac Asimov Allen Lane Penguin Press
- The left hand of creation J D Barrow and Joseph Silk William Heinemann Ltd
- Essays about the Universe Boris A Vorontsov vel yaminov, Mir Publishers Moscow
- Realm of the Universe George O Abell D Morrison Sidney C Wolff, Saunders Golden Sunburst Series
- Universe W J Kaufmann W H Freeman and Company
- The magic of galexies and stars L E Gurevichad A D Chernin Mir Publishers Moscow
- The Sun our Stars R W Noyes Harvard University Press
- Our planet the earth A V Byalko Mir Publishers Moscow
- Intellegent life in space F Drake Macmillan U S A
- Scientific American Discoyery Science News Science Today (2001) Scince reporter आदि मे प्रकाशित लेख ।

कुछ उपयोगी परिभाषाए

अणु (Molecule) एक या दो परमाणुओ के सयोजन से बना छोटे से छोटा पदार्थ जिसमे कि उस पदार्थ के रासायनिक गुण हो।

एक अरब (Billion) 10^9

आकाश गगा (Miky way) हमारी मदाकिनी।

आवत्ति (Frequency) प्रति सेकण्ड कम्पनो की सख्या हर्ट् ज।

आयन (Ion) ऋण आवेश के हट जाने पर परमाणु का आवेशित हो जाने से बचा तत्व।

आक्सीकारक (Oxidizing) रासायनिक अभिक्रियाओ में वे स्थितियाँ जहाँ कि हाइड्रोजन की अपेक्षा आक्सीजन महत्त्वपूर्ण हो।

ऑजोन (Ozone) वह अणु जिसमे आक्सीजन के तीन परमाणु हैं।

आरोरा (Aurora) ध्रुवीय ज्योति आयन मण्डल मे परमाणु और अणुओ द्वारा उत्सर्जित प्रकाश जो कि ध्रुवीय क्षेत्रो मे नजर आता है।

इलेक्ट्रान (Electron) नाभिक के चारो ओर परिक्रमा करने वाला ऋणावेशित मूलकण।

अरुण (Uranus) यूरेनस। ग्रह।

उल्का (Meteor) प्राय टूटा तारा से जाना जाता है। मगर यह आकाशीय धूलि है जो कि पृथ्वी के वायुमण्डल मे आने पर जल उठती है।

उपचायक (Reducing) वे रासानिक अभिक्रियाए जिसमे हाइड्रोजन का आक्सीजन पर वचस्व हो।

उपग्रह (Satelite) ग्रह की परिक्रमा करने वाला पिण्ड।

एक्स किरण (X ray) वे विकिरण जो कि ऊर्जा के तौर पर परावैंगनी और गामा विकिरणो के मध्य के हैं।

एस्ट्रोनोमिकल यूनिट (Atsonomical Unit) एक AU = $1\ 5 \times 10^{11}$ मी

कृष्ण विविर (Black hole) एक परिकल्पनात्मक वस्तु जिसका पलायनवेग प्रकाश के वेग सा या उससे अधिक हो। इस वस्तु की पकड मे आया हुआ यहाँ तक कि प्रकाश भी लौट कर नही आ सकता है।

किरीट (Corona) सूर्य का बाहरी वायुमंडल जहाँ का तापमान लाखों डिग्री है।

गर्त (Crater) एक वृत्ताकार गड्ढा जो कि संघट्ट के कारण बना हो। गह्वर।

ग्रहण (Eclipse) अपनी विशिष्ट स्थिति के कारण एक पिण्ड द्वारा दूसरे पिण्ड के प्रकाशित खण्ड का कोई भाग काट देना ग्रहण हो गया कहा जाता है।

ग्रेनाइट (Granite) आग्नेय चट्टान का एक प्रकार। पृथ्वी की ऊपरी चट्टानें ये ही हैं।

गामा किरणें (Gamma rays) एक्स किरणों से अधिक शक्तिशाली विकिरण। फोटोन।

गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) गति के कारण वस्तु की ऊर्जा।

ग्रह (Planet) सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने वाले पिण्ड। नौ ग्रह।

गुरुत्वाकर्षण का नियम (Law of gravitation) वस्तुओं के मध्य आकर्षण का बल विद्यमान होता है। द्रव्यमान अधिक होने पर इस बल की मात्रा बढ़ती है। वस्तुओं की दूरी (दूरी के वर्ग) के साथ आकर्षण का बल घटता है।

घनत्व (Density) वस्तु का द्रव्यमान और उसके आयतन के अनुपात का उस वस्तु का घनत्व कहते है।

चुम्बकीय गोला (Magneto sphere) पिण्ड के धरातल के चारों ओर का क्षेत्र जहाँ कि उस द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र सक्रिय हो।

छल्ले (Rings) पिण्ड के चारों ओर छोटे छोटे पदार्थ कणों से बनी हुई कुण्डलियाँ। शनि के छल्ले। वलय। कुण्डली।

तापनाभिकीय अभिक्रिया (Thermonuclear reaction) उच्च गति लिए हुए नाभिकीय कण (प्रोटोन-न्यूट्रान) के मध्य होने वाली अभिक्रिया।

तरंगदैर्घ्य (Wavelength) तरंग गति मे दो क्रमागत शृंगों अथवा गर्तों के मध्य दूरी। एक तरंग लम्बाई।

द्रव्यमान (Mass) वस्तु मे उपस्थित पदार्थ की मात्रा।

दस खरब (Trillion) 10^{12}

दस लाख (Million) 10^6

द्वितारा (Binary star) एक जुड़वाँ तारा। दोनों तारे एक दूसरे की करते हैं।

धूमकेतु (Comet) छोटे-छोटे पिण्ड जो कि बर्फ और धूलि से बने हैं और सूर्य की परिक्रमा करते हैं। इनकी पहचान लम्बी पुच्छ है।

न्यूट्रिनो (Neutrino) एक निराविष्ट मूलकण जो कि सामान्य उपकरणों की पकड़ से परे है।

न्यूट्रॉन (Neutron) एक परमाण्विक मूलकण जिसका कोई आवेश तो नहीं है मगर द्रव्यमान प्रोटोन के लगभग समान है।

न्यूट्रॉन तारा (Neutron star) न्यूट्रॉनों से बना तारा। इसका घनत्व बहुत अधिक होता है।

नाभिक (Nucleus) परमाणु का भारी भाग जिसमें न्यूट्रॉन प्रोटोन होते हैं। धूमकेतु का ठोस सिरा जिसमें बर्फ और धूलि है। मंदाकिनी का केन्द्रीय भाग जहाँ कि उसका द्रव्यमान विद्यमान है।

नोवा (Nova) वह स्थिति जबकि किसी तारे में एकाएक दीप्ति और ऊर्जा बढ़ जाती है।

नेबूला (Nebula) अन्तराकाशीय गैस और धूलि का बादल। निहारिका।

डाप्लर प्रभाव (Doppler's Effect) दर्शक और प्रकाश स्रोत के मध्य पारस्परिक गति होने पर विकिरण के तरंगदैर्घ्य में आभासी परिवर्तन आ जाता है। लाल विस्थापन इसी प्रभाव से है।

परमाणु (Atom) पदार्थ का सबसे छोटा भाग जिसमें उस तत्व के गुण विद्यमान होते हैं।

परम शून्य (Absolute zero) $-273°C$ अथवा 0 K तापमान। परम-शून्य तापमान पर अणु गति समाप्त हो जाती है। $0°C$ पर पानी बर्फ बनता है।

पलायन वेग (Escape velocity) वह वेग जिसे पाकर वस्तु उस ग्रह से सदैव के लिए पलायन कर जायेगी। पृथ्वी का पलायन वेग 11 6 किमी/से है।

पारसेक (Parsec) लम्बाई का मात्रक 1 पारसेक = 3 26 प्रकाशवर्ष।

पराबैंगनी विकिरण (Ultraviolet radiation) दृश्य क्षेत्र के बैंगनी रंग से कम तरंगदैर्घ्य का विकिरण (अर्थात् अधिक ऊर्जा) मगर जिसके प्रति आँखें संवेदनशील नहीं हैं।

प्लूटो (Pluto) ग्रह।

पौधघर (Green house effect) पृथ्वी या अन्य ग्रह के चारों ओर कार्बन डाइऑक्साइड की मोटी परत बन जाना जिससे अवरक्त विकिरण पार न हो सकें।

प्रकाशवर्ष (Light year) एक वर्ष में निर्वात में प्रकाश द्वारा तय की गई दूरी। 1 Ly = $9\ 46 \times 10^{15}$ मीटर।

प्रकाशमण्डल (Photosphere) सूर्य का वह क्षेत्र जहाँ से प्रकाश उत्सर्जित होकर निरन्तर बिखर रहा है।

प्लाज्मा (Plasma) तप्त आयनीत गैस।

प्रोटोन (Proton) भारी परमाण्विक मूलकण जिसका आवेश धन है और जो नाभिक में विद्यमान है।

पल्सार (Pulsar) एक परिवर्ती रेडियो स्रोत। नाभिकीय तारा।

फोटोन (Photon) प्रकाश कण।

बुध (Mercury) ग्रह।

बृहस्पति (Jupiter) ग्रह।

बेसाल्ट (Basalt) एक आग्नेय चट्टान। इसी चट्टान का समुद्री धरातल बना है।

ब्रह्माण्डीय किरणें (Cosmic rays) परमाण्वीय नाभिक जो कि अन्तराकाश से आकर पृथ्वी की वायुमण्डलीय गैसों से संघट्ट करते हैं।

भूकम्पीय तरंग (Seismic wave) यांत्रिक प्रकृति की तरंगें जो कि पृथ्वी के भूकम्प केन्द्र से उत्पन्न होती है।

भूरा बौना (Brown dwarf) वह तारा जिसका द्रव्यमान किसी ग्रह और तारे के बीच के मान का होता है।

मंगल (Mars) ग्रह।

मंदाकिनी (Galaxy) तारों का एक वृहद् समूह। हमारी पृथ्वी और सौर-मण्डल आकाशगंगा नाम की मंदाकिनी में है।

राडार (Radar) वह तकनीकी जिसमें किसी वस्तु (जिसकी स्थिति ज्ञात करना है) पर तरंगें भेजी जाती हैं और उन्हें परावर्तन द्वारा पुनः प्राप्त कर संसूचन किया जाता है।

रेडियो तरंग (Radio wave) अधिक तरंग दैर्घ्य की तरंगें ये दृश्य क्षेत्र के उपरान्त अवरक्त के आगे के तरंग दैर्घ्य हैं।

रेडियोधर्मिता (Radio activity) परमाणु के स्वतः विघटन की प्रक्रिया।

लाल विस्थापन (Red shift) दूर जाते हुए तारे या मंदाकिनी द्वारा उत्सर्जित तरंगदैर्घ्य का अधिक तरंगदैर्घ्य (लाल) की ओर स्थानान्तरण होना। यह आभासी विस्थापन डाप्लर प्रभाव के कारण है।

वरुण (Neptune) नेप्च्यून ग्रह।

शनि (Saturn) ग्रह ।

शुक्र (Venus) ग्रह ।

श्वेत बौने (White dwarf) वह तारा जिसका नाभिकीय ईंधन खप चुका है । आकार में छोटा हो चुका तारा ।

हब्बल नियतांक (Hubble Constant) दूर स्थित निहारिकाओं की दूरियों और पारस्परिक चालों के मध्य का समानुपातिक नियतांक ।

क्षोभमण्डल (Troposphere) पृथ्वी के वायुमण्डल का सबसे निचला स्तर ।

$1000 = 10^3$ $1/1000 = 10^{-3}$

दसलाख $= 10^6 =$ एक मिलियन

